



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

식물의 관다발계와 동물의 순환계를  
연계한 STEAM 교육 프로그램  
개발 및 적용

Development and Application of STEAM Education  
Program by Linking the Vascular Bundle System of  
Plants and the Circulating System of Animal

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

한 명 재

2014년 7월

식물의 관다발계와 동물의 순환계를  
연계한 STEAM 교육 프로그램  
개발 및 적용

Development and Application of STEAM Education  
Program by Linking the Vascular Bundle System of  
Plants and the Circulating System of Animal

지도교수 홍 승 호

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

한 명 재

2014년 4월

한명재의

교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 오홍식 

심사위원 신애경 

심사위원 홍승호 

제주대학교 교육대학원

2014년 6월

# 목 차

<국문 초록> .....	i
<b>I. 서론</b> .....	1
1. 연구의 목적 및 필요성 .....	1
2. 연구 문제 .....	2
3. 연구의 제한점 .....	2
<b>II. 이론적 배경</b> .....	4
1. 통합교육과정 .....	4
2. STEAM 교육과 STEAM 교육 .....	5
<b>III. 연구 절차 및 방법</b> .....	11
1. 연구 절차 .....	11
2. STEAM 교육 프로그램 개발 절차 .....	12
3. 검사도구 .....	16
4. 연구 대상 및 실험 설계 .....	20
5. 자료 처리 .....	21
<b>IV. 연구 결과 및 논의</b> .....	22
1. STEAM 교육 프로그램 개발 .....	22
2. STEAM 교육 프로그램 적용 결과 .....	25
<b>V. 결론 및 제언</b> .....	35
<b>참고문헌</b> .....	37
<b>ABSTRACT</b> .....	41
<b>부    록</b> .....	43

## 표 목 차

<표 III-1> 2007 개정 초등학교 과학과 생명 영역 교육과정의 단원 구성 .....	14
<표 III-2> ‘식물의 구조와 기능’과 ‘우리 몸’단원의 세부 학습 주제 .....	15
<표 III-3> 과학 성취도 검사지의 구성 .....	16
<표 III-4> 과학 창의적 문제해결력 평가 척도표 .....	17
<표 III-5> 과학적 태도 검사 도구의 하위 영역별 구성 문항 .....	18
<표 III-6> 과학 수업 만족도 검사 도구의 하위 영역별 구성 문항 .....	19
<표 III-7> 연구 대상 .....	20
<표 IV-1> STEAM 요소별 융합 내용 .....	22
<표 IV-2> STEAM 교육 프로그램 개발 내용 .....	23
<표 IV-3> STEAM 관련 활동 내용 .....	24
<표 IV-4> 학업성취도 사전 검사 결과 .....	25
<표 IV-5> 학업성취도 사전 · 사후 비교 결과 .....	26
<표 IV-6> 창의적 문제해결력 사전 검사 결과 .....	27
<표 IV-7> 창의적 문제해결력 사전 · 사후 비교 결과 .....	28
<표 IV-8> 과학적 태도 사전 검사 결과 .....	29
<표 IV-9> 과학적 태도 사전 · 사후 비교 결과 .....	30
<표 IV-10> 수업 만족도 분석 결과 .....	32
<표 IV-11> 수업 만족도 서술형 문항 응답 결과 .....	33

## 그림 목 차

[그림 II-1] Drake와 Burns가 제시한 통합 유형 .....	5
[그림 II-2] STEM 통합교육과정 모형 .....	7
[그림 II-3] STEAM 교육을 위한 통합 모형 .....	8
[그림 II-4] STEAM 교육을 위한 큐빅 모형 .....	9
[그림 III-1] 연구의 절차 .....	11
[그림 III-2] PDIE 절차 모형에 따른 프로그램 개발 과정 .....	13

## 국문 초록

# 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용

한 명 재

제주대학교 교육대학원 초등과학교육전공  
지도교수 홍 승 호

학생들이 생활 속에서 접하는 다양한 문제들을 해결할 수 있는 능력을 신장시키기 위해서는 STEAM 교육이 필요하며, 교과 내의 학습주제를 연계한 프로그램을 통하여 융합적 사고력과 학습 내용의 이해도를 높일 수 있다.

이에 본 연구에서는 초등학교 5학년 과학 교과 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 효과를 조사하였다. J시 내 N초등학교의 5학년 2개 학급 학생 28명씩을 각각 비교 집단과 실험 집단으로 선정하여 비교 집단에는 전통적인 과학 수업을 실시하고, 실험 집단에는 개발한 STEAM 교육 프로그램을 적용하였다. 비교 집단과 실험 집단에 검사지를 투입하여 사전·사후 검사를 실시하고  $t$ -검정을 통하여 효과성을 분석한 결과, 실험 집단에만 학업성취도 및 창의적 문제해결력에서 향상된 효과를 보였다. 과학적 태도 측면에서는 실험 집단과 비교 집단 모두 유의미한 변화를 보이지 않았는데 단기간의 프로그램으로는 태도의 변화에 무리가 있는 것으로 보인다. 따라서 교육 현장에서 장기간에 걸쳐 지속적으로 적용 가능한 STEAM 교육 프로그램을 개발할 필요가 있으며, 교육과정 재구성 및 프로그램 적용을 위한 학교 현장에서의 여건 조성이 이루어져야 한다.

\* 주요어 : STEAM, 관다발계, 순환계, 창의적 문제해결력, 과학적 태도

# I. 서 론

## 1. 연구의 목적 및 필요성

현대 사회는 이미 지식 기반 사회로 접어들었으며 그 지식을 바탕으로 수많은 판단과 의사 결정을 통해 생활하고 있다. 그런데 우리의 일상생활에서 합리적인 판단과 의사결정에 사용하는 지식은 대부분 단일한 교과 지식이라기보다는 교과로 구분하기 어려운 통합된 형태의 지식이다. 따라서 학생들이 일상생활 속에서 접하는 다양한 문제들을 해결할 수 있는 소양을 갖추어 줄 수 있도록 하기 위해서는 통합된 지식을 활용하는 학습 경험을 충분히 제공해주어야 한다. 교육계에서도 이러한 필요성을 인식하고 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정의 목표에 “과학을 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합적이고 창의적으로 사고할 수 있는 능력을 신장시키도록 한다”는 내용을 기술하여 통합 교육의 필요성을 시사하고 있다(교육과학기술부, 2011).

21세기 혁신의 아이콘으로 떠올랐던 스티브 잡스는 기술, 공학 분야와 남다른 창의성을 융합하여 아이폰이라는 제품을 출시하여 새로운 소비시장을 개척하였으며 세계인들에게 편리함과 즐거움을 가져다주었다. 이처럼 우리 아이들이 살아갈 미래는 창의적 아이디어와 과학기술력이 곧 국가 경쟁력이 되는 시대가 될 것이다. 또한 미래의 기술 혁신은 무에서 유를 창조하는 것이 아니라 기존의 기술을 새롭게 조화롭게 융합하는 것이므로 융합적 사고가 필수적이다. 이러한 미래를 이끌어 갈 인재는 과학기술에 관한 지식뿐만 아니라 상상력과 예술적 감성까지 아우를 수 있는 능력을 겸비한 사람이다.

이러한 시대적 흐름에 따라 정부에서도 기획재정부를 비롯한 10개 부서 합동으로 ‘창의적 과학기술인재대국을 위한 제2차 과학기술인재 육성·지원 기본계획(2011~2015)’을 수립하여 실시하고 있다. 이 계획의 주요 내용을 살펴보면, 초·중등 교육에서 과학기술에 대한 이해, 흥미, 잠재력을 높이는 교육을 실시하도록 하고 있으며 이를 위하여 미래형 융합인재교육(STEAM)을 강화하도록 하고 있다.

이처럼 과학 기술 경쟁 시대라는 시대적 흐름, 과학적 소양을 지닌 창의적 인

재 육성이라는 과학교육의 목적에 비추어 보았을 때 전통적인 과학교육의 방식을 넘어선 새로운 교육이 필요하다. 과학에 대한 흥미와 이해를 높이고 실생활의 문제를 창의적으로 해결하는 새로운 방식의 과학교육을 위해서는 과학, 수학, 기술, 공학 및 예술이 융합한 형태의 교육이 필요하며 이러한 교육이 바로 STEAM 교육이다. 학생들의 융합적 사고력을 증진시키기 위해서는 교과 간의 융합뿐만 아니라 필요에 따라 교과 내의 학습 주제 간에도 융합을 할 수 있는데, 이를 통하여 각각의 내용을 더 깊이 이해하고 공통된 원리를 찾아낼 수 있을 것이다.

본 연구에서는 초등학교 5학년 과학 교과 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 학업성취도, 창의적 문제해결력, 과학적 태도에 어떤 영향을 주는지 알아보고자 하였다.

## 2. 연구 문제

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같이 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 초등학교 5학년 과학 교과 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램을 개발한다.

둘째, 개발된 프로그램을 적용한 후, 학생들의 학업성취도, 창의적 문제해결력, 과학적 태도의 변화를 분석하여 프로그램의 효과성을 검증한다.

## 3. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다.

첫째, 본 연구는 제주특별자치도 제주시 소재 N초등학교 5학년 2개 반의 학생만을 연구 대상으로 선정하였기 때문에 연구 결과를 전국의 모든 초등학생들의 공통된 성향으로 일반화하기에는 다소 무리가 있다.

둘째, 본 연구에서는 3주에 걸쳐 8차시의 프로그램이 적용되었는데, 적용 기간이 길지 않으므로 장기간에 걸쳐 나타날 수 있는 교육의 효과를 검증하는

데는 한계가 있다.

셋째, 학생들에게 영향을 미칠 수 있는 변인에는 학습 환경, 학생의 인지적·정서적 변인 등 다양한 변인이 있을 수 있으나, 본 연구에서는 이러한 변인은 고려하지 않았다.

## II. 이론적 배경

### 1. 통합 교육과정

#### 가. 통합 교육과정

통합 교육과정은 20세기 초부터 논의되어 왔으며 미국의 진보주의 교육운동이 활발하게 전개되던 1920년대부터 1950년대에는 학습경험의 통합 및 교육과정의 통합이 중요하게 다루어졌다. 통합 교육과정의 의미는 학자마다 조금씩 다르게 정의하고 있는데, 조덕주(1997)는 실세계에 적합한 교육과정을 구성하기 위해 교과와 교과를 연결시키는 교육과정이 필요하며, 이것을 통합 교육과정이라고 정의하였다. 김재복(2000)은 통합 교육과정을 교과들을 분리시키는 경계가 사라지고, 개별적으로 구분되는 교과들이 없어지는 교육과정 조직을 위한 하나의 접근법으로 보았다. 권낙원(2005)은 통합 교육과정에 대한 학자들의 정의를 교육과정 구성요소에 따라 분석하여 통합 교육과정이란 교육의 목적을 이루기 위해 유리한 지식과 경험을 의미 있는 방식으로 관련짓고 학습자의 자발적인 참여를 통해 전체로서의 학습이 이루어지며 학습자의 인격을 통합해 나가는 교육과정이라고 정의하였다.

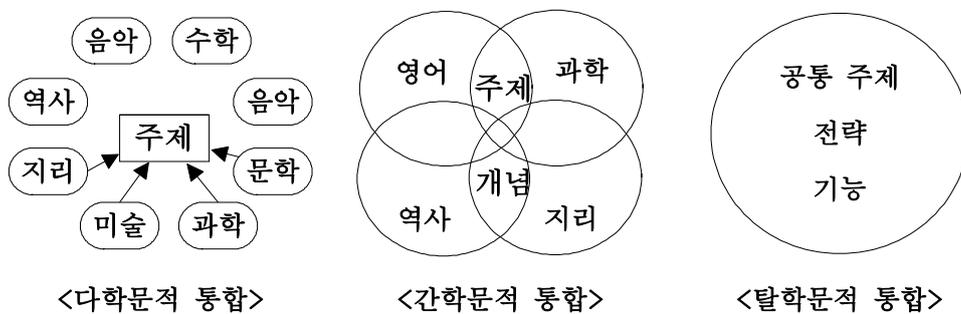
통합 교육과정에 대한 여러 학자들의 정의를 종합해보면, 여러 교과의 경계가 사라지고 서로 관련된 상태로서 새롭게 구성된다는 점, 실생활 맥락 중심으로 이루어지는 교육이라는 점, 학생이 지속적으로 성장하고 발전해나가기도록 하는 것을 목표로 한다는 점을 알 수 있다.

#### 나. 통합 교육과정의 유형

통합 교육과정의 유형은 통합의 정도와 방법에 따라 여러 가지로 연구되어왔다. Jacobs(1989)는 통합의 수준이나 정도에 따라 학문기초, 학문병렬, 다학문적, 간학문적 단위, 통합일, 완전 프로그램의 6가지로 구분하였다. Drake와

Burns(2004)는 통합 교육과정의 설계에서 학문 간의 통합 정도 및 교과와 경험이 결합되는 정도에 따라 다학문적 통합, 간학문적 통합, 탈학문적 통합의 세 가지로 구분하였다[그림 II-1].

첫째, 다학문적 통합은 일차적으로 학문분야에 초점을 두기 때문에 하나의 주제를 중심으로 여러 학문분야의 내용을 선정하고 조직하며, 각 학문은 상호 독립적인 상태이다. 둘째, 간학문적 통합은 몇 가지 학문분야에 걸친 공통된 개념과 기능을 중심으로 교육과정을 조직하는 방법으로, 교육과정 안에 어떤 학문 내용이 있는지는 구별할 수 있지만 다학문적인 접근에 비해 각 학문 내용의 중요성을 낮아진다. 마지막으로 탈학문적 통합은 아동중심적인 관점으로 학생의 질문과 관심사를 중심으로 하여 교육과정을 조직한다. 이 세 가지 통합의 유형은 우리나라 STEAM 교육의 유형에서도 찾아볼 수 있다.



[그림 II-1] Drake와 Burns(2004)가 제시한 통합 유형

## 2. STEM 교육과 STEAM 교육

### 가. STEM 교육

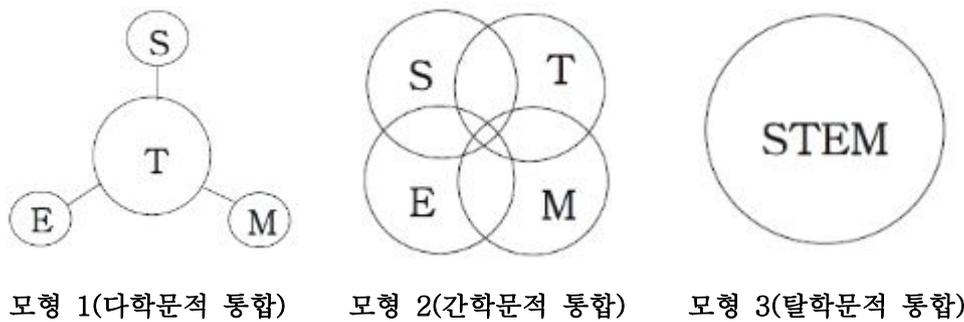
미국과 영국에서는 융합과학기술시대에 알맞은 교육으로 과학과 기술, 공학, 그리고 수학이 융합적으로 어우러진 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics) 교육을 주장하였다. STEM 교육은 기존의 교육 방향인 MST(Mathematics, Science, Technology) 교육에 공학(Engineering) 내용을 통

합한 교육방향이다. 미국은 미래의 국가 과학 기술 경쟁력 하락을 우려하여 STEM 교육을 시작하게 되었다. 미국의 STEM 교육은 원래 2003년 OECD에서 주관하는 성취도 평가인 PISA에서 과학과 수학 분야에 낮은 성적을 보이자 이에 대한 근본적인 해결책을 강구하고자 하였으며, 그 방법으로 등장한 것이다.

STEM 교육의 필요성을 깨닫고 관련 정책을 시행하고 있는 나라들을 살펴보면, 미국은 과학재단 등 여러 곳의 연방과학기관들이 STEM 교육과 관련 프로그램을 운영하고 있으며, 오바마 대통령은 ‘Educate to Innovate’의 캠페인을 통해 모든 학생들이 STEM 영역의 소양을 증진하도록 주장하였다. 영국에서는 2004년에 발표된 “과학과 혁신을 위한 기본 틀 2004~2014(Science & Innovation Investment Framework 2004~2014)”을 통해 영국이 세계 수준의 선도자 역할을 수행하기 위해서는 STEM 교육의 필요함을 표명하였다. 핀란드에서는 1996년 “LUMA Joint National Action”을 수립하였는데, LUMA란 핀란드어로 과학(LUonnontieteet) 및 수학(MAtematiikka)의 앞 글자를 줄인 것이다. LUMA 정책의 일환으로 우수한 학생들의 이공계 진학을 지원하기 위하여 2004년에 헬싱키 대학에 초·중등학교-대학-기업체를 연계하는 LUMA 센터를 설립하였으며, 과학 및 수학교육을 지원하였다. 이스라엘에서는 1992년에 ‘과학 · 수학 · 기술교육위원회’를 설립하여 과학 및 수학 교육의 개혁을 시도하고 학교 교육에서 정보 기술, 컴퓨터 활용을 강조하였으며, 과학과 예술교육의 통합을 위해서 1990년에 과학예술영재학교(IASA)를 설립하여 운영하고 있다.

국내에서 STEM 교육이 처음 소개된 것은 김진수(2007)의 논문이다. 그는 “기술교육의 새로운 통합교육 방법인 STEM 교육의 탐색”에서 통합 교육에 관한 문헌 연구를 통하여 MST 및 STS 통합 교육이 확장된 STEM 교육의 이론과 실제에 대하여 탐색하였다. 그는 기존에 연구된 MST 통합 모형을 바탕으로 STEM 통합교육과정 모형을 제시하였다[그림 II-2]. 각각의 모형은 다학문적 통합(모형 1), 간학문적 통합(모형 2), 탈학문적 통합(모형 3)에 해당한다. 이 모형은 MST 통합교육과정 모형과 비교해 볼 때 공학이 추가로 통합된 것이라고 할 수 있다. 또한 미국대학에서 운영 중인 STEM 교육 프로그램 및 연구 논문과 미국 중학교 기술 과목에서 MST 및 STEM 통합 교육의 운영 실재를 분석하여 STEM 교육이 국내의 기술교육에 주는 시사점을 제시하였다. 이외의

연구로 문대영(2008)은 ‘STEM 통합접근의 사전 공학 교육 프로그램 모형 개발’에서 과학, 기술, 공학, 수학 각각에 대한 개념과 고유의 탐구 방법을 확인하였고, 지식 구조 및 영역을 정리하여 STEM 통합접근의 개념 모형을 구안하였다. 또한 초, 중등학생을 대상으로 하는 공학교육의 필요성과 적용 가능성에 대한 논의가 늘고 있고 그 중에 한 방안으로 STEM 통합 접근에 대한 연구가 시도되고 있음을 보고하였다.



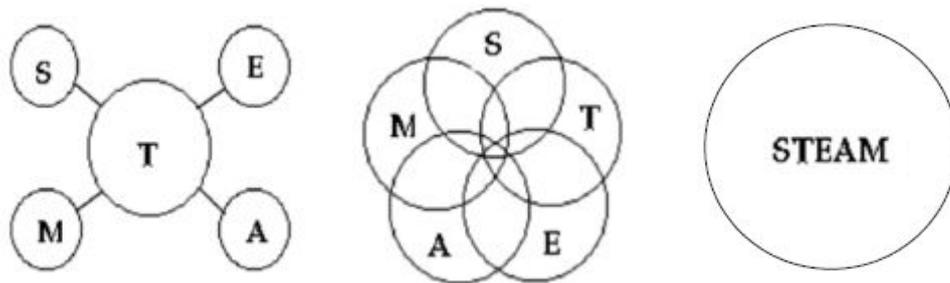
[그림 II-2] STEM 통합교육과정 모형(김진수, 2007)

## 나. STEAM 교육

STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) 교육이란 STEM 교육에 예술(Arts) 교과 분야를 포함시킨 보다 넓어진 통합교육의 형태이다. 김진수(2011b)에 의하면 STEAM에서 예술(Arts)이란 좁은 의미의 디자인 중심의 미술 및 음악 생활뿐만 아니라 넓은 의미에서 인문 교양 분야, 언어 소통 분야까지 모두 포함된다고 하였다. STEAM 교육에 관한 최초의 논문은 Yakman과 Kim(2007)가 국제학술대회에서 발표한 논문이다. 여기서 그들은 STEM 교육에 예술을 포함한 STEAM 교육을 함으로써 실생활과 관련성을 높일 수 있고 흥미도가 높아지는 수업을 할 수 있다고 하였다.

김진수(2011a)는 기존에 제시되었던 STEM 통합교육과정 모형에 예술(A)을 첨가하여 ‘STEAM 통합 모형을 만들었다[그림 II-3]. 이 모형은 STEAM 교육의 학문적 배경을 뒷받침하고 있는데, 학문의 통합 방식 및 연계 정도에 따라

모형 1에서는 다학문적 통합의 개념을 연계형으로 설명하였고 모형 2에서는 간학문적 통합의 개념을 통합형으로 설명하였으며, 마지막으로 하나의 원으로 표현된 탈학문적 통합의 개념을 모든 학문의 경계가 사라지는 융합형으로 제시하였다.



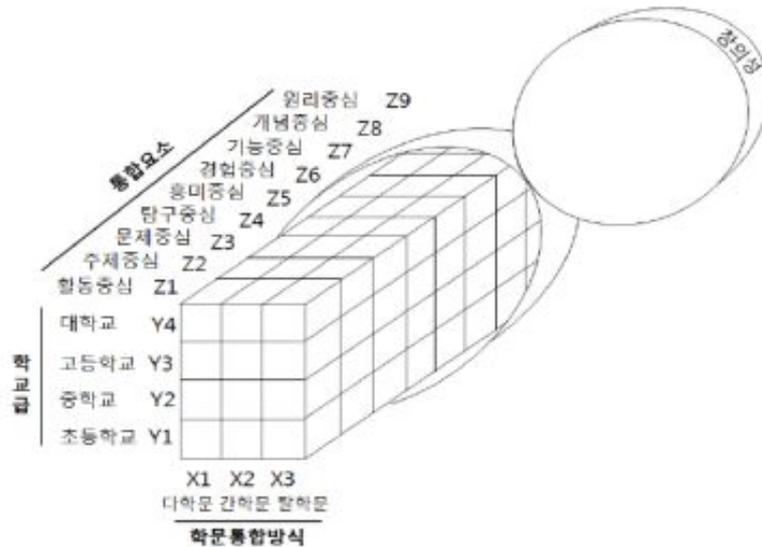
모형 1(다학문, 연계형)    모형 2(간학문, 통합형)    모형 3(탈학문, 융합형)

[그림 II-3] STEAM 교육을 위한 통합 모형(김진수, 2011a)

또한 김진수(2011a)는 STEAM 교육을 위한 큐빅 모형을 제시하여 초등학교, 중학교, 고등학교 대학교의 관련 과목의 수업에서 모두 적용하여 통합교육 자료 개발과 수업이 가능하다고 하였다. 이 큐빅 모형에서 X축은 학문의 통합 방식에 따라 다학문적 통합, 간학문적 통합, 탈학문적 통합으로 분류하였고 Y축은 학교 급에 따라 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교 수준으로 분류하였으며 Z축은 통합의 요소에 따라 활동중심, 주제중심, 문제중심 탐구중심, 흥미중심, 경험중심, 기능중심, 개념중심, 원리중심으로 분류하였다. 그리고 이 모든 통합교육은 창의성을 기를 수 있는 환경을 가질 수 있도록 캡슐로 둘러싸여 있다[그림 II-4].

백윤수 등(2011)은 창의적 설계와 감성적 체험을 바탕으로 문제를 해결해 나가는 교수·학습 전략을 제시하였다. 창의적 설계는 주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정이라고 하였으며 감성적 체험은 학습에 대한 흥미, 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 동기 유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기

고 개인의 의미를 발견하여 선순환적인 자기주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험을 의미한다고 하였다.



[그림 II-4] STEAM 교육을 위한 큐빅 모형(김진수, 2011a)

#### 다. 초등과학에서 STEAM 교육에 대한 선행 연구

초등과학에서 이루어진 STEAM 교육에 대한 선행 연구 자료들을 살펴보면 다음과 같다.

박혜원과 신영준(2012)은 초등학교 5학년을 대상으로 STEAM을 적용한 과학 수업을 실시한 결과 과학교과에 대한 자기효능감, 흥미, 태도에 긍정적인 영향을 미쳤으며 과학교과를 기반으로 한 통합적 접근으로서 가치가 있다고 하였다. 이시예와 이형철(2013)은 초등학교 4학년을 대상으로 STEAM을 적용한 과학 수업을 실시한 결과 창의성 및 과학 관련 태도 향상에 유의미하고 긍정적인 영향을 미쳤다고 하였다. 조덕수(2013)는 초등학교 4학년을 대상으로 과학을 중심

으로 한 초등학생들의 집단지성을 통한 STEAM 기반 수업을 설계하고 적용한 결과 과학 개념 및 원리에 대한 이해 및 기억을 용이하게 함으로써 학습의 효과를 높이고 과학에 대한 흥미와 자신감을 고취시킬 수 있다고 하였다. 황광석(2013)은 초등학교 5학년 ‘전기회로’ 단원의 STEAM 교육 프로그램을 적용한 결과 과학에 대한 태도에 긍정적인 변화를 주었으며, 학습 내용에 대한 이해, 수업 자료, 수업 방법 면에서 높은 만족도를 보였다고 하였다. 김석희와 유현창(2013)은 초등학교 4학년 학생들을 대상으로 4C-STEAM 모형을 적용한 수업을 실시한 결과 인성, 과학적 문제해결력, 과학 창의성에 긍정적인 영향을 주었다고 하였다. 김수호 등(2013)은 초등학생들의 대상으로 STEAM 기반 창의적 체험활동 프로그램을 실시한 결과 감성적 지능 향상에 효과가 있다고 하였다.

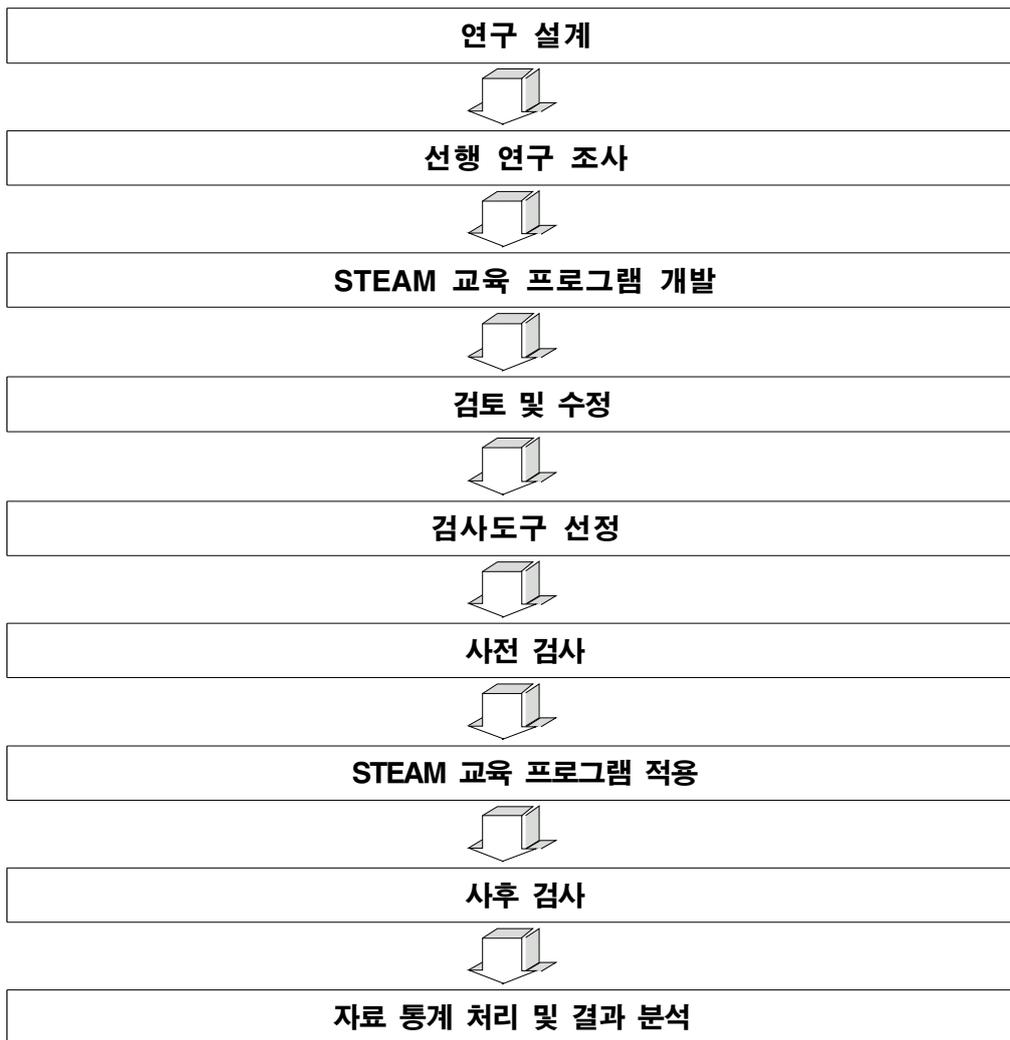
초등학교 영재학생들을 대상으로 한 연구를 살펴보면 유선경(2013)은 초등영재들을 대상으로 로봇을 활용한 STEAM 기반 수업을 설계하여 적용한 결과 창의적 특성 인지적 요인과 창의적 특성 정의적 요인에 모두 긍정적인 영향을 주었다고 하였다. 류제정과 이길재(2013)는 뇌 기반 STEAM 교육 프로그램을 초등 과학영재와 일반학생들에게 적용한 결과 창의성과 정서지능을 신장시켰으며, 초등 영재 및 일반학생의 창의성과 정서지능 향상을 위한 프로그램 개발의 기초 모형으로 사용될 수 있을 것이라고 하였다. 이승우 등(2013)은 초등학교 영재학생들을 대상으로 STEAM을 적용한 수학 영재 교육프로그램을 실시한 결과 창의력과 문제해결력이 향상되었으며, 만족도 분석 결과 학습활동에 대한 흥미, 태도, 자신감 등의 정의적 요인도 높게 나타났다고 하였다.

또한 이지원 등(2013)은 STEAM 교수·학습 자료의 개발과 현장 적용의 경험이 있는 교사들의 인식을 분석하였다. 결과를 정리해보면, 초등교사들은 STEAM 교육과 이를 위한 교수·학습 자료의 필요성을 느끼고 있으며, 양질의 STEAM 교수·학습 자료를 개발하고 적용할 수 있는 역량을 개발하고 이를 현장에 적용할 수 있는 충분한 시간이 확보되어야 한다고 하였다. 이를 위해서는 교사의 업무 경감이 선행되어야 한다고 하며 수업 시간을 확보하기 위하여 STEAM 교육을 교육과정 내로 편입할 수 있는 제도적 장치가 필요하다고 하였다.

### III. 연구 절차 및 방법

#### 1. 연구 절차

본 연구의 구체적인 연구 절차는 [그림 III-1]과 같다.



[그림 III-1] 연구의 절차

먼저 전체적인 연구의 설계를 하고나서 STEAM 교육 프로그램과 관련하여

선행 연구를 조사하였다. 이를 통하여 교과 간 융합의 방식과 프로그램 구성 방식 등에 대하여 시사점을 도출하였다.

다음으로는 초등학교 5학년 과학 교과의 식물과 동물 영역의 내용을 분석하여 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 전문가 집단의 검토를 통하여 수정·보완하였다.

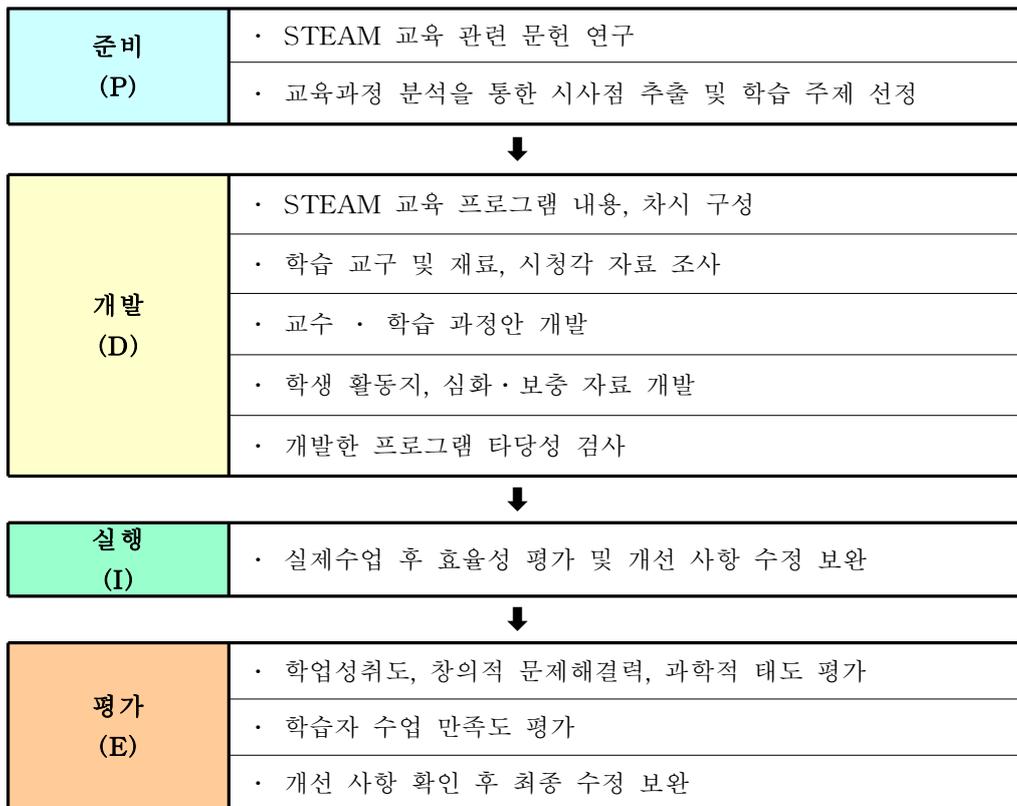
그리고 STEAM 교육 프로그램의 적용을 통하여 알아보고자 하는 학생들의 인지적·정의적 능력을 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도로 정하고 이를 측정하기 위한 검사 도구를 선정하였다.

프로그램을 적용하기 전에 선정된 검사지를 이용하여 비교 집단과 실험 집단에 사전 검사를 실시한 후, 비교 집단에는 전통적인 과학 수업을 실시하고 실험 집단에는 개발된 STEAM 교육 프로그램을 적용하였다. 수업 후에는 비교 집단과 실험 집단에 사후 검사를 실시하였고, 수업 만족도 검사는 실험집단에만 실시하였다. 사전과 사후에 실시된 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 검사 결과는 통계 처리하여 사전·사후 및 집단 간의 유의미한 차이 여부를 분석하였다. 그리고 실험집단에 실시된 수업 만족도 검사 결과는 학생들의 만족도 평균 점수를 산출하고 기타 의견을 종합하여 결과를 분석하였다.

## 2. STEAM 교육 프로그램 개발 절차

STEAM 교육 프로그램은 김진수(2011b)가 개발한 준비(Preparation), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation) 4단계의 PDIE 절차 모형에 따라 개발하였다[그림 III-2]. 준비 단계에서는 STEAM 교육 관련 문헌연구, 2007 개정 초등학교 교육과정 분석을 통해 시사점을 추출하여 학습 주제를 선정하였다. 개발 단계에서는 실제 적용할 세부 교수·학습 프로그램 구안하였고, 이에 따른 교수·학습 과정안, 학습지 및 심화·보충자료를 개발하였다. 개발한 프로그램의 타당성 검토는 초등교사로서 교육대학원에 재학 중인 석사과정 6명과 박사과정 3명의 검토 및 협의를 통하여 이루어졌다. 부적합한 학습 주제와 내용은 개선하여 다시 안면타당도 검사를 거친 후 프로그램에 포함시켰다. 적합하다고 판단된 세부 프로그램의 교수·학습 과정안과 그에 따른 학습지를

개발하여 STEAM 교육 프로그램을 완성하였다. 실행 단계에서는 개발된 프로그램으로 실제 수업을 적용하여 개선사항을 찾아보았으며, 평가 단계에서는 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도의 변화 정도와 수업 만족도를 조사하여 정리하였다.



[그림 III-2] PDIE 절차 모형에 따른 프로그램 개발 과정

본 연구에서 개발하고자 하는 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램과 관련하여 2007 개정 초등학교 과학과 생명 영역 교육과정의 단원 구성을 살펴보면 <표 III-1>과 같다(교육과학기술부, 2010a, b, c).

<표 III-1> 2007 개정 초등학교 과학과 생명 영역 교육과정의 단위 구성

영역	3학년	4학년	5학년	6학년
생명	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동물의 한살이</li> <li>• 동물의 세계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 식물의 한살이</li> <li>• 식물의 세계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 식물의 구조와 기능</li> <li>• 작은 생물의 세계</li> <li>• 우리 몸</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생태계와 환경</li> </ul>

초등과학 생명 영역의 단원을 살펴보면, 3학년은 ‘동물의 한 살이’, ‘동물의 세계’로 모두 동물 영역, 4학년은 ‘식물의 한 살이’, ‘식물의 세계’로 모두 식물 영역의 내용으로 구성되어 있다. 5학년은 ‘식물의 구조와 기능’, ‘작은 생물의 세계’, ‘우리 몸’으로 식물, 미생물 및 동물 영역의 내용이 모두 나타나 있고 6학년은 ‘생태계와 환경’으로 생물 간의 상호작용에 관한 내용을 다루고 있다.

이들 중 본 연구와 관련된 5학년의 생명 영역을 보면 5학년 1학기에 ‘식물의 구조와 기능’ 단원이 나오고 5학년 2학기에 ‘우리 몸’ 단원이 나오는데 같은 학년에서 식물과 동물의 구조와 기능에 관한 내용이 모두 나오기 때문에 두 단원의 세부 학습 주제 중 서로 연관성이 있는 내용을 찾아 식물과 동물 영역의 내용이 연계된 프로그램을 만들어보기로 하였다. ‘식물의 구조와 기능’과 ‘우리 몸’ 단원의 세부 학습 주제는 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> ‘식물의 구조와 기능’과 ‘우리 몸’ 단원의 세부 학습 주제

학기	5학년 1학기	5학년 2학기
단원	식물의 구조와 기능	우리 몸
세부 학습 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 뿌리의 구조와 하는 일 알아보기</li> <li>• 줄기의 겉모양과 하는 일 알아보기</li> <li>• 줄기에서 물은 어떻게 이동하는지 알아보기</li> <li>• 잎의 구조와 알아보기</li> <li>• 잎에서 만들어진 물질은 무엇인지 알아보기</li> <li>• 잎에 도달한 물은 어떻게 되는지 알아보기</li> <li>• 꽃의 구조와 하는 일 알아보기</li> <li>• 열매의 구조와 하는 일 알아보기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 뼈와 근육이 하는 일 알아보기</li> <li>• 우리가 먹은 음식물은 어떻게 되는지 알아보기</li> <li>• 심장은 어떤 일을 하는지 알아보기</li> <li>• 숨을 쉴 때 우리 몸에서 일어나는 현상 알아보기</li> <li>• 오줌은 어디에서 만들어지는지 알아보기</li> <li>• 자극에 대한 우리 몸의 반응 알아보기</li> <li>• 운동과 건강한 생활에 대하여 알아보기</li> </ul>

5학년 1학기에서는 줄기에서 물의 이동에 대한 내용, 5학년 2학기에서는 심장이 하는 일에 대한 내용을 다룬다. 줄기에서 물의 이동은 물관을 중심으로 한 관다발계에 대한 내용이고 심장이 하는 일은 혈액의 이동을 중심으로 한 순환계의 내용이다. 이 두 가지 내용은 공통적으로 생명체 내에서 액체가 이동하는 현상을 다루고 있으며 식물의 수액과 동물의 혈액의 대부분을 구성하고 있는 물의 이동에 대한 내용이라고 할 수 있다.

관다발계와 순환계의 내용과 함께 설계, 공작, 생활 속의 과학 등의 기술·공학 요소와 측정, 계산, 작도 등의 수학적 요소 및 그리기, 글쓰기, 토의, 공감하기 등의 예술적 요소를 융합하였다. 학생들이 흥미를 가지고 참여할 수 있도록 다양한 실험과 활동 중심의 내용으로 8차시의 프로그램을 구성하였다. 개발된 STEAM 프로그램의 자세한 내용은 <부록 1>에 제시하였다.

### 3. 검사 도구

#### 가. 학업성취도 검사 도구

학업성취도 검사 도구는 식물 관련 7문항, 동물 관련 7문항, 총 14문항의 5지선다형 검사지를 사용하였다. 검사지의 문항은 식물과 동물 관련 개념 및 성취도를 연구한 선행 연구 자료의 문항 중에서 본 연구에 적합한 문항을 선정하여 재구성하였으며(김용화와 정완호, 1993; 김재현, 1997; 황영록, 2002; 이형재, 2004; 김상훈, 2006; 허소영, 2007; 윤영주, 2008; 김명은, 2011), 초등교사로서 교육대학원에 재학 중인 석사과정 6명, 박사과정 3명이 문항의 구성 및 내용의 적합성을 검토하여 검사지를 완성하였다. 구체적인 학업성취도 검사 도구는 <부록 2>에 제시하였다.

문항별로 채점은 정답 1점, 오답 0점을 부여하였다. 사전과 사후의 검사지는 동일한 검사지를 사용하였고 문항의 구성은 <표 III-3>와 같다.

<표 III-3> 과학 성취도 검사지의 구성

영역	문항 내용
식물	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 물이 흡수되어 증산될 때까지의 경로</li> <li>2. 나무를 옮겨 심을 때 가지를 자르는 이유</li> <li>3. 식물의 잎과 물의 이동 사이의 관계</li> <li>4. 증산 작용이 식물에 미치는 영향</li> <li>5. 시들어 있는 식물을 싱싱하게 되돌리는 방법</li> <li>6. 뿌리에서 물이 흡수되는 원리</li> <li>7. 식물에서 물의 이동하는 모습</li> </ol>
동물	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. 우리 몸에서 혈액 이동하는 모습</li> <li>9. 심장의 모습과 역할</li> <li>10. 심장 박동수와 맥박수의 관계</li> <li>11. 심장의 역할</li> <li>12. 혈액의 역할</li> <li>13. 모세혈관의 역할</li> <li>14. 순환기관의 개념</li> </ol>

## 나. 창의적 문제해결력 검사 도구

창의적 문제해결력 검사 도구는 최선영과 강호감(2006)이 영재학생들의 창의적 문제해결력을 검사하기 위하여 개발한 검사 도구를 사용하였다. 이 검사 도구는 주어진 상황을 보고 문제를 정의하는 단계와 문제를 해결하는 단계로 나누어지며, 다시 다양한 문제 제안하기, 적절한 탐구 문제 선택하기, 해결책 생각하기, 실험 계획 세우기, 해결 방법 확인하기의 하위 영역으로 나누어진다. 측정 도구의 신뢰도 Cronbach  $\alpha$ 는 0.93이며 각각의 하위 영역마다 1문항씩 총 5문항으로 이루어져 있고 문항마다 배점은 3단계로 0, 1, 2점을 주었다. 서술한 내용이 평가 항목의 내용에 포함되지 않는 경우는 0점, 평가 항목의 내용에 포함되나 충분하지 않은 경우는 1점, 평가 항목의 내용을 적절히 갖추고 있으면 2점을 주었다.

채점은 교육대학원에서 과학교육을 전공한 2명의 교사가 서로 협의하여 실시하였다. 구체적인 창의적 문제해결력 검사 도구는 <부록 3>에 제시하였다. 과학 창의적 문제해결력 평가 척도표는 <표 III-4>과 같다.

<표 III-4> 과학 창의적 문제해결력 평가 척도표

영역	평가 관점	점수
문제 정의하기	다양한 문제를 제안하기	문제 상황을 보고 다양한 문제를 탐색하여 제시하였다. 2
		문제를 탐색하여 제시하였으나 다양하지 못하였다. 1
		문제 상황을 탐색하지 못하였다. 0
문제 해결하기	적절한 탐구문제 선택하기	제시한 문제 중에서 자신의 문제로 명확히 제시하였다. 2
		자신의 문제로 제시하였으나 명확하지 못했다. 1
		자신의 해결문제로 제시하지 못하였다. 0
문제 해결하기	해결책 생각하기	문제의 원인을 생각하면서 다양하게 문제의 해결방법을 제시하였다. 2
		문제 해결방법을 제시하였으나 다양하지 못하였다. 1
		문제 해결방법을 제시하지 못하였다. 0

실험계획 세우기	제시한 해결책 중 선택한 문제를 해결하기 위하여 가설설정, 실험방법 등 실험계획을 제시하였다.	2
	문제를 선택하였으나 가설설정과 실험방법이 미흡하 였다.	1
	문제의 선택과 실험계획을 세우지 못하였다.	0
해결방법 확인하기	자신의 해결책을 되돌아보며 잘된 점과 개선점을 찾 아 제시하였다.	2
	잘된 점과 개선점 중 한 가지를 찾아 제시하였다.	1
	잘된 점과 개선점을 모두 제시하지 못하였다.	0

#### 다. 과학적 태도 검사 도구

과학적 태도에 대한 검사 도구는 김효남(1998) 등이 개발한 초등학생을 위한 과학적 태도 검사 도구를 사용하였다. 이 검사 도구는 5단계 리커트 척도 방식  
으로 총 21개의 문항으로 이루어져 있으며, 긍정 문항이 18개, 부정 문항이 3개  
이다. 하위 영역은 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성으로  
구성되어 있으며 측정 도구의 신뢰도 Cronbach  $\alpha$ 는 0.89이다.

과학적 태도 검사의 배점은 각 문항 당 ‘전혀 아니다’에서 ‘정말 그렇다’의 순  
서로 1~5점으로 계산하며 부정 문항은 반대로 점수를 계산하였다. 검사 도구의  
하위 영역별 구성 문항은 <표 III-5>와 같다. 구체적인 과학적 태도 검사 도구  
는 <부록 4>에 제시하였다.

<표 III-5> 과학적 태도 검사 도구의 하위 영역별 구성 문항

구분	하위 영역	문항 번호	문항수
과학적 태도	호기심	1, 8, 15	3
	개방성	2, 9, 16*	3

	비판성	3, 10, 17	3
	협동성	4, 11, 18	3
	자진성	5*, 12, 19	3
	끈기성	6, 13*, 20	3
	창의성	7, 14, 21	3
합계	7개 영역		21문항

\*: 부정 문항

#### 라. 수업 만족도 검사 도구

과학 수업에 대한 만족도 검사는 유주선(2009)이 개발한 검사지의 20문항을 활용하고, 추가로 서술형 2문항을 만들어 학생들의 의견을 알아보고자 하였다. 선다형 문항은 학교 과학 수업과 관련하여 과학 수업 시설 및 환경, 과학 교사, 과학 교육과정, 교우 관계의 4개 영역으로 나누어 각 영역에 대한 학생의 만족도를 확인할 수 있는 총 20문항이다. 5단계 리커트 척도 방식으로 ‘매우 불만’에서부터 ‘매우 만족’까지 1~5점을 주었으며, 측정 도구의 신뢰도 Cronbach’s  $\alpha$ 는 0.96이다. 검사 도구의 하위 영역별 문항 구성은 <표 III-6>와 같다. 수업 만족도 검사 도구는 <부록 5>에 제시하였다.

<표 III-6> 과학 수업 만족도 검사 도구의 하위 영역별 구성 문항

구분	하위 영역	문항 번호	문항수
과학 수업 만족도	과학 수업 시설 및 환경	1~5	5
	과학 교사	6~10	5
	과학 교육과정	11~15	5
	교우 관계	16~20	5
	4개 영역		20문항
서술형 문항(추가)	· STEAM 학습이 기존의 과학수업보다 좋았던 점 · 앞으로 STEAM 학습을 하고 싶은 주제		2문항
합계			22문항

## 4. 연구 대상 및 실험 설계

### 가. 연구 대상

본 연구의 대상은 제주특별자치도 제주시의 N초등학교에서 5학년 8개 학급 중 실험 집단 1개 학급과 비교 집단 1개 학급을 선정하였다. 연구에 참여한 학생은 실험 집단 28명, 비교 집단 28명 총 56명으로 구성하였다<표 III-7>.

<표 III-7> 연구 대상

집단	학급수	인원	비고
실험 집단	1	28	
비교 집단	1	28	5학년 2개 학급
계	2	56	

### 나. 실험 설계

실험 설계는 사전-사후 설계로 연구 방법은 [그림 III-1]과 같다.

실험 집단	O <sub>1</sub> 사전검사	X <sub>1</sub> 프로그램 적용 수업	O <sub>2</sub> 사후검사
비교 집단	O <sub>3</sub> 사전검사	X <sub>2</sub> 전통적 수업	O <sub>4</sub> 사후검사

[그림 III-1] 실험 설계

실험 집단과 비교 집단은 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 대한 사전 검사를 실시한 후, 실험 집단에는 본 연구에서 개발한 STEAM 교육 프로그램으로 수업하였고, 비교 집단은 전통적인 이론 수업을 실시하였다. 수업 후 실험 집단과 비교 집단에 학업 성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에

대한 사후 검사를 실시하였으며, 실험 집단에만 별도로 수업 만족도 검사를 실시하였다.

## 5. 자료 처리

실험 집단과 비교 집단을 대상으로 실시한 사전과 사후의 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 검사에 대한 결과는 SPSS 통계 프로그램으로  $t$ -검정을 실시하여 통계 분석하였다. 집단 간 비교에 있어서 유의한 차이는  $p < .05$ 로 하였다. 실험 집단 학생만을 대상으로 실시한 학습자 수업 만족도 검사는 Likert 척도를 통한 검사 결과의 평균을 구하였고, 만족도 검사의 서술형 문항에 대한 결과는 모든 응답을 정리하고 비슷한 내용으로 중복되는 응답은 빈도수를 조사하여 실험 집단 학생들의 의견을 분석하였다.

## IV. 연구 결과 및 논의

### 1. STEAM 교육 프로그램 개발

본 연구에서는 식물과 동물에서 수액과 체액을 구성하고 물질의 이동을 위하여 필요한 ‘물’을 주제로 하여 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 통합하여 학습할 수 있는 STEAM 교육 프로그램을 개발하였다. 활동 내용은 다양한 실험, 공작활동, 그리기 및 디자인, 토의 및 발표, 공감하기 등의 활동을 통하여 과학을 중심으로 기술/공학, 수학, 예술 영역의 내용이 융합되도록 하였다. 프로그램에서 STEAM 요소별 융합 내용은 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> STEAM 요소별 융합 내용

학기	5학년 1학기	5학년 2학기
단원	식물의 구조와 기능	우리 몸
과학	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 뿌리의 구조와 하는 일</li> <li>· 줄기에서 물의 이동</li> <li>· 잎맥의 모습</li> <li>· 잎에 도달한 물의 이동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 심장과 혈관의 위치와 생김새</li> <li>· 심장과 현관이 하는 일</li> <li>· 혈액 순환</li> </ul>
기술/공학	설계, 공작, 생활 속의 과학	
수학	측정, 계산, 작도	
예술	그리기, 토의, 발표, 공감	

#### 가. STEAM 교육 프로그램 개발 내용

총 8차시로 구성된 STEAM 교육 프로그램을 통하여 생물에게 꼭 필요한 물이 식물과 인간의 체내에서 하는 역할과 순환하는 원리를 실험과 탐구활동을 통해 체득하게 하여 생명체와 물을 소중히 여기는 태도를 기를 수 있도록 하였다. 개발된 STEAM 교육 프로그램의 대략적인 내용은 <표 IV-2>와 같으며 자세한 내용은 <부록 1>에 제시하였다.

<표 IV-2> STEAM 교육 프로그램 개발 내용

STEAM 학습 준거	차시	학습 주제	주요 활동 내용	STEAM 요소
상황 제시 창의적 설계	1	생명체에서 물의 역할	- 생명체에서 물의 역할 알아보기 - 식물이 물을 흡수하는 원리 알아보기(삼투현상)	S, A, M
창의적 설계 감성적 체험	2~3	식물 내부에서 물의 이동	- 나무의 물관 확인하기 - 모세관 현상 알아보기 - 간이 가습기 만들기	S, T/E, A, M
창의적 설계 감성적 체험	4	식물의 잎에서 물이 이동하는 길	- 잎맥의 역할 알아보기 - 잎맥 표본 제작하기	S, T/E
창의적 설계 감성적 체험	5~6	혈액이 흐르는 방향	- 석유펌프의 구조와 원리 알아보기 - 심장 판막의 역할과 원리 알아보기 - 판막 모형 만들기	S, T/E, A, M
창의적 설계 감성적 체험	7~8	혈액순환의 경로	- 혈액 순환의 경로 알아보기 - 혈액 순환 모형 만들기	S, T/E, A, M

1차시는 ‘생명체에서 물의 역할’이라는 주제 상황제시를 하고 물의 중요성을 인식할 수 있도록 하였으며, 물과 설탕물에 당근 조각을 담그어 무게를 측정해 보는 실험을 통하여 삼투현상을 직관적으로 관찰할 수 있도록 하였다. 삼투현상이 일어나기까지는 시간이 오래 걸리므로 실험 결과의 관찰은 시간이 흐른 뒤 별도의 시간을 마련하였다. 2~3차시는 ‘식물 내부에서 물의 이동’이라는 주제로 식물 내부 물관에서 모세관 현상을 다루었다. 5학년 1학기 과학 교과서에 백합을 색소가 담긴 물에 꽂아 시간이 흐른 후 줄기의 단면을 관찰하는 실험이 나오는데, 단단한 나무에도 눈에 보이지는 않지만 물이 이동하는 미세한 통로가 있다는 것을 확인할 수 있는 간단한 실험을 도입하였다. 그리고 유리 모세관을 물에 꽂아 물이 모세관으로 빨려 올라오는 현상을 직접 관찰할 수 있도록 하였다. 마지막으로 섬유질의 모세관 현상을 이용한 간이 가습기를 만들어보도록 하였다. 4차시는 ‘식물의 잎에서 물이 이동하는 길’이라는 주제로 잎맥의 역할을

알아보고 잎맥 표본 만들기 활동을 통하여 학생들의 흥미를 유발하고 잎맥을 자세히 관찰할 수 있도록 하였다. 5~6차시는 ‘혈액이 흐르는 방향’이라는 주제로 심장과 판막에 대한 내용을 다루었다. 5학년 2학기 과학 교과서에 석유 펌프를 통하여 심장의 역할을 알아보는 내용이 제시되어 있는데, 혈액이 한쪽 방향으로만 흐르도록 하여 심장의 펌프작용을 가능하게 해주는 판막의 원리를 알아보기 위하여 석유 펌프 내부에 있는 단방향 밸브의 역할과 구조를 알아보는 실험을 도입하였다. 그리고 판막 모형 만들기 활동을 통하여 판막의 구조를 이해할 수 있도록 하였다. 7~8차시는 ‘혈액순환의 경로’라는 주제로 혈액이 우리 몸에서 어떻게 순환하고 있는가에 대한 내용을 다루었다. 혈액 순환의 경로를 그림으로 표현해보는 활동을 통하여 폐순환과 체순환의 개념을 기초적인 수준에서 이해할 수 있도록 하였고 혈액 순환 모형을 만들어 보는 활동을 통하여 흥미를 유발하고 순환계의 구조를 이해할 수 있도록 하였다.

8차시의 수업을 통하여 과학, 기술/공학, 수학, 예술 영역의 활동이 융합되어 이루어지도록 하였는데, 각 주제별 활동 내용을 STEAM 영역별로 정리한 내용은 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> STEAM 관련 활동 내용

S	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 생명체에서 물의 역할, 식물이 물을 흡수하는 원리 알아보기</li> <li>▶ 나무의 물관 확인. 모세관 현상 실험하기</li> <li>▶ 잎맥의 역할 알아보기, 잎맥 관찰하기</li> <li>▶ 판막의 역할과 원리 알아보기</li> <li>▶ 혈액순환의 경로 알아보기</li> </ul>
T/E	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 간이가습기 설계 및 제작하기</li> <li>▶ 잎맥표본 제작하기</li> <li>▶ 석유펌프와 단방향 밸브의 구조와 원리, 판막 모형 만들기</li> <li>▶ 혈액순환 모형 만들기</li> </ul>
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 물의 중요성 및 물 절약의 필요성 느끼기, 학습 내용 발표하기</li> <li>▶ 간이 가습기의 디자인하기</li> <li>▶ 생명의 소중함과 봉사의 가치 느끼기</li> <li>▶ 심장의 내부 모습 묘사하기, 소감문 작성하기</li> </ul>
M	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 설탕물의 농도 구하기</li> <li>▶ 설계도 작성 시 도형 활용하기</li> <li>▶ 동심원, 부채꼴 그리기</li> </ul>

## 2. STEAM 교육 프로그램 적용 결과

### 가. 학업성취도 검사 결과

#### 1) 사전 검사 결과

학업성취도에 대한 사전 검사 결과, 전체적인 학업성취도와 식물과 동물 영역에서 모두 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않아 비교집단과 실험집단은 동질집단임을 알 수 있었다<표 IV-4>.

<표 IV-4> 학업성취도 사전 검사 결과

영역	집단	사전 검사		<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>		
전체	비교	.61	.48	.220	.826
	실험	.61	.48		
식물	비교	.58	.49	.814	.416
	실험	.54	.49		
동물	비교	.65	.47	-.534	.594
	실험	.67	.46		

#### 2) 사후 검사 결과

전체적인 학업성취도와 식물 영역에서 실험 집단은 사후 검사 점수가 사전 검사 점수 보다 유의미하게 높게 나타났으나, 비교 집단은 유의미한 차이를 보이지 않았다<표 IV-5>. 또한 집단 간 사후 비교에서는 실험 집단의 점수가 비교 집단의 점수보다 유의미하게 높게 나타났다. 그러나 동물 영역에서는 실험 집단과 비교 집단 모두 사전 검사 점수와 사후 검사 점수 사이에 유의미한 차이가 없었으며, 집단 간 사후 비교에서도 유의미한 차이가 없었다. 이러한 결과는 학생들이 동물 영역에서 보다 식물 영역에서 더 많은 학업성취도의 향상이 있음을 보여주고 있다. 식물의 경우에는 학생들이 생활 속에서 다양한 식물들의 모습과 줄기의 단면, 뿌리의 모습과 기능 등을 실제로 보고 체험할 수 있는 기

회가 많지만 우리 몸의 순환기관은 실제로 보고 경험할 수 있는 기회가 거의 없기 때문에 학업성취도에서 효과가 없는 것으로 보인다.

<표 IV-5> 학업성취도 사전·사후 비교 결과

영역	집단	사전 검사		사후 검사		사전·사후 비교 <i>t(p)</i>	집단 간 사후 비교 <i>t(p)</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
전체	비교	.61	.48	.61	.48	.000(1.000)	-2.894(.004**)
	실험	.61	.48	.71	.45	-3.696(.000***)	
식물	비교	.58	.49	.61	.48	-.576(.565)	-2.717(.007**)
	실험	.54	.49	.73	.43	-4.950(.000***)	
동물	비교	.65	.47	.62	.48	.569(.570)	-1.387(.166)
	실험	.67	.46	.69	.46	-.383(.702)	

\*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

이상의 결과를 보면 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램은 전통적인 과학 수업보다 학생들의 학업성취도 향상에 더 효과적이라는 것을 알 수 있다. 학생들이 직접 실험을 하고 만들어보는 활동들이 다양한 지식을 기억하고 이해하는데 도움을 준 것으로 보인다. 이러한 결과는 김자림(2012)의 연구에서 과학·미술 중심 STEAM 교육 프로그램은 초등학생들의 과학 학업성취도 향상에 효과적이라는 결과와 일치한다. 그리고 김문경(2014)의 연구에서 STEAM을 적용한 프로젝트 학습은 초등학생들의 학업성취도에 긍정적인 영향을 준다는 결과와 일치하고, 허형구(2013)의 연구에서 STEAM을 적용한 수학 수업이 초등학생들의 학업성취도 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 결과와도 일치하였다. 또한 조덕수(2013)의 연구에서 초등학생들의 집단지성을 활용한 STEAM 기반 수업은 과학 개념 및 원리에 대한 이해와 기억을 용이하게 하여 학습 효과를 높인다는 결과와도 일치한다. 그러나 윤정교(2013)의 연구에서 T-STEAM 프로그램 활용 수업이 중학생들의 학업성취도를 향상시키지 못했다는 결과와는 일치하지 않았다.

## 나. 창의적 문제해결력 검사 결과

### 1) 사전 검사 결과

창의적 문제해결력에 대한 사전 검사 결과, 전체, 문제 정의, 문제 해결 영역에서 모두 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않은 것으로 보아 비교집단과 실험집단은 동질집단임을 알 수 있다<표 IV-6>.

<표 IV-6> 창의적 문제해결력 사전 검사 결과

영역	집단	사전 검사		<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>		
전체	비교	.85	.67	-.484	.629
	실험	.88	.55		
문제 정의	비교	1.01	.64	-.155	.877
	실험	1.03	.57		
문제 해결	비교	.73	.67	-.512	.610
	실험	.78	.51		

### 2) 사후 검사 결과

전체적인 창의적 문제해결력과 문제 정의, 문제 해결 영역에서 비교 집단은 사전과 사후에 유의미한 차이를 보이지 않았으나 실험 집단은 모두 유의미한 향상을 보였다<표 IV-7>. 집단 간 사후 비교에서도 실험 집단의 점수가 비교 집단의 점수보다 유의미하게 높게 나타났다. 창의적 문제해결력 검사지의 내용을 보면 정해진 답이 있는 것이 아니라 주어진 상황을 보고 학생들이 스스로 문제를 찾아내어 자신만의 방식으로 창의적인 해결방안을 제시하도록 하고 있는데, 전통적인 과학 수업에서는 학생들의 개방적인 사고보다는 정답을 찾아내도록 하는 활동이 주를 이루기 때문에 창의적 문제해결력 향상에는 효과가 적은 것으로 생각된다. 반면 STEAM 수업은 과학적 지식을 습득시키는 것뿐만 아니라 다양한 활동 속에서 문제 해결 방법을 탐구하고 자신만의 방법으로 설계, 제작하는 활동을 통하여 사고의 범위를 넓혀주고 창의적 문제해결력 신장에 도움을 주었을 것으로 생각된다.

<표 IV-7> 창의적 문제해결력 사전·사후 비교 결과

영역	집단	사전 검사		사후 검사		사전·사후 비교 $t(p)$	집단 간 사후 비교 $t(p)$
		$M$	$SD$	$M$	$SD$		
전체	비교	.85	.67	.81	.57	.529(.598)	-4.994(.000 <sup>***</sup> )
	실험	.88	.55	1.15	.57	-4.139(.000 <sup>***</sup> )	
문제 정의	비교	1.01	.64	1.08	.43	-.727(.470)	-3.072(.003 <sup>**</sup> )
	실험	1.03	.57	1.35	.48	-2.813(.007 <sup>**</sup> )	
문제 해결	비교	.73	.67	.63	.57	1.174(.244)	-4.325(.000 <sup>***</sup> )
	실험	.78	.51	1.02	.60	-3.023(.003 <sup>**</sup> )	

\*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

이상의 결과로 보면 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램은 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 주었다. 이 결과는 김태훈(2013)의 연구에서 STEAM을 적용한 초등과학영재 프로그램이 과학영재 학생의 창의적 문제해결력에 유의미한 효과를 주었다는 결과와 일치하고, 김문경과 최선영(2013)의 연구에서 STEAM을 적용한 프로젝트 학습은 초등학생들의 창의적 문제해결력 향상에 효과적이라는 결과와도 일치한다. 또한 신승기(2012)의 연구에서도 스크래치를 활용한 창의적 STEAM 프로그램은 초등학생의 창의성을 신장시켰다고 하였고 김미숙(2013)의 연구에서 STEAM 수업은 수학영재의 수학적 사고 능력과 창의성에 긍정적인 효과를 미쳤다고 하였으며, 유선경(2013)의 연구에서도 로봇을 활용한 STEAM 기반 학습은 초등 영재학생들의 창의적 특성 향상에 효과적이라고 하였다. 따라서 학생들의 창의성 및 문제해결력 등의 사고능력을 신장시키기 위해서는 기존의 수업 방식이 아닌 새로운 방식이 필요하다고 할 수 있다

## 다. 과학적 태도 검사 결과

### 1) 사전 검사 결과

과학적 태도에 대한 사전 검사 결과, 전체와 모든 하위 영역에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않아 비교집단과 실험집단은 동질집단임을 알 수 있다

<표 IV-8> 과학적 태도 사전 검사 결과

영역	집단	사전 검사		t	p
		M	SD		
전체	비교	3.93	.92	-.933	.351
	실험	3.98	.95		
호기심	비교	4.26	.67	-.433	.665
	실험	4.30	.74		
개방성	비교	4.01	.91	.804	.423
	실험	3.89	1.00		
비판성	비교	4.09	.81	.091	.928
	실험	4.08	.88		
협동성	비교	3.71	1.00	-1.640	.103
	실험	3.96	.97		
자진성	비교	3.83	.78	-.689	.492
	실험	3.92	.99		
끈기성	비교	3.66	1.16	-.562	.575
	실험	3.76	1.02		
창의성	비교	3.94	.90	.000	1.000
	실험	3.94	.93		

### 2) 사후 검사 결과

전체적인 과학적 태도에서 실험 집단은 사전과 사후에 유의미한 차이를 보이지 않았다<표 IV-9>. 반면 비교 집단은 사후 검사의 결과가 사전 검사의 결과보다 유의미하게 낮아진 결과를 보였는데, 이는 정해진 교과서의 내용을 수동적

으로 학습하는 전통적인 과학 수업으로 인하여 학생들의 과학적 태도가 하락한 것으로 생각된다.

집단 간 사후 비교에서는 실험 집단이 비교 집단보다 유의미하게 높은 결과를 보였다. 이는 사후 검사에서 실험 집단의 유의한 향상은 없었으나 비교 집단이 오히려 하락한 것 때문으로 생각된다.

과학적 태도의 하위 영역을 보면 실험 집단은 모든 하위 영역에서 사전과 사후에 유의미한 차이를 보이지 않았다. 비교 집단은 호기심, 개방성에서 사후 검사의 결과가 사전 검사의 결과보다 유의미하게 낮아진 결과를 보였고 이외의 영역에서는 사전과 사후에 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이는 전통적인 과학 수업이 교사가 주도적으로 교과서의 내용을 학생들에게 전달하는 방식으로 이루어지기 때문에 학생들이 호기심을 가지고 적극적으로 참여하는데 어려움이 있고, 문제에 대한 다양한 답보다는 정해진 답을 찾도록 함으로 인하여 학생들의 개방적인 사고가 위축되었기 때문으로 생각된다. 또한 시험 성적을 중요시하는 분위기에 따라 사교육으로 이루어지는 교과 내용의 선행 학습 역시 수업에 대한 호기심을 떨어뜨리는 요인으로 생각된다.

집단 간 사후 비교에서는 호기심, 개방성, 협동성, 창의성에서 실험 집단의 비교 집단보다 유의미하게 높은 결과를 보였는데, 이는 해당 영역에서 비교 집단은 사후 검사의 평균 점수가 다소 하락하였고 실험 집단은 사후 검사의 평균 점수가 다소 상승하였기 때문으로 생각된다.

<표 IV-9> 과학적 태도 사전·사후 비교 결과

영역	집단	사전 검사		사후 검사		사전·사후 비교 $t(p)$	집단 간 사후 비교 $t(p)$
		$M$	$SD$	$M$	$SD$		
전체	비교	3.93	.92	3.65	1.07	4.965(.000 <sup>***</sup> )	-6.483(.000 <sup>***</sup> )
	실험	3.98	.95	4.04	.96		
호기심	비교	4.26	.67	3.91	.85	2.958(.004 <sup>**</sup> )	-3.495(.001 <sup>**</sup> )
	실험	4.30	.74	4.33	.68		

개방성	비교	4.01	.91	3.55	1.25	2.997(.004**)	-2.064(.041*)
	실험	3.89	1.00	3.94	1.13	-.317(.752)	
비판성	비교	4.09	.81	3.88	.88	1.737(.086)	-1.720(.087)
	실험	4.08	.88	4.11	.91	-.276(.783)	
협동성	비교	3.71	1.00	3.48	1.04	1.481(.142)	-4.539(.000***)
	실험	3.96	.97	4.17	.92	-1.522(.132)	
자진성	비교	3.83	.78	3.53	1.10	1.834(.070)	-1.941(.054)
	실험	3.92	.99	3.85	.99	.498(.620)	
끈기성	비교	3.66	1.16	3.53	1.10	.816(.417)	-1.560(.121)
	실험	3.76	1.02	3.79	1.07	-.249(.804)	
창의성	비교	3.94	.90	3.66	1.15	1.682(.096)	-2.504(.013*)
	실험	3.94	.93	4.07	.92	-.919(.361)	

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

이상의 결과를 보면 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램은 학생들의 과학적 태도 변화에 큰 효과가 없다는 것을 알 수 있다. 단기간에 운영한 교육 프로그램으로는 정의적 영역인 과학적 태도를 변화시키기에는 무리가 있는 것으로 보인다. 이 결과는 김권숙과 최선영(2012)의 과학기반 STEAM 프로그램이 초등영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향에 대한 연구에서 과학적 태도는 단기간에 변화를 보기 어렵다는 결과와 일치한다. 또한 윤정현(2012)의 과학교육마술 프로그램이 초등학생의 창의적 문제해결력, 과학탐구능력, 과학적 태도에 미치는 효과에서도 과학적 태도는 단기간에 변화하기가 어렵다고 하였다. 따라서 학생들의 과학적 태도를 긍정적으로 변화시키기 위해서는 장기적인 계획에 의한 교육이 필요하다.

## 라. 수업 만족도 검사 결과

STEAM 교육 프로그램을 적용한 실험 집단에 대해서 학생들의 수업에 대한 만족도를 수업 시설 및 환경, 과학 교사, 과학 교육과정, 교우 관계 등의 4가지 영역에서 분석한 결과는 <표 IV-10>과 같다.

<표 IV-10> 수업 만족도 분석 결과

영역	평균
수업 시설 및 환경	4.24
과학 교사	4.39
과학 교육과정	4.43
교우 관계	4.28
전체	4.33

수업 만족도 분석 결과, 전체 평균이 5점 만점에 4.33점으로 양호하게 나타났다. 세부 영역을 살펴보면, 모든 영역에서 4점 이상으로 영역별로 큰 차이는 보이지 않았다. ‘수업 시설 및 환경’ 영역은 4.24점으로 가장 낮은 점수를 보였는데, 아직까지 학교 현장의 실험 기구 및 장비들의 여건이 학생들의 욕구를 만족시키기에 다소 부족한 결과라고 생각된다. ‘과학 교육과정’ 영역은 4.43점으로 가장 높은 점수를 보였는데, STEAM 교육 프로그램의 수업 내용이 기존의 과학수업의 내용에 비하여 흥미 있고 다양한 활동으로 구성되어 있으며 이론 중심의 내용 보다 직접 실험하고 만들어보는 활동 중심으로 내용으로 구성되어 있어 높은 만족도를 나타낸 것으로 보인다.

수업 만족도에 대한 선다형 문항 이외에 서술형 2문항을 작성하도록 하여 ‘STEAM 학습이 기존의 과학 수업보다 좋았던 점’과 ‘앞으로 STEAM 학습을 하고 싶은 주제’에 대하여 학생들의 의견을 들어보았다. 두 문항에 대하여 응답하지 않은 학생들도 있었으며 학생들의 응답을 정리한 결과는 <표 IV-11>과 같다.

<표 IV-11> 수업 만족도 서술형 문항 응답 결과

문항	답변	응답수(명)	비율(%)
STEAM 학습이 기존의 과학수업보다 좋았던 점	· 여러 가지 내용을 공부 할 수 있어 좋았다.	3	16.7
	· 학습 내용이 재미있었다.	5	27.8
	· 심화 학습을 할 수 있어 좋았다.	1	5.5
	· 학습 내용을 어렵지 않게 이해할 수 있었다	2	11.1
	· 다양한 실험과 공작활동을 해서 좋았다.	7	38.9
	총계	18	100
STEAM 학습을 하고 싶은 주제	· 미술과 관련된 활동	5	23.8
	· 체육 속에 숨어 있는 과학 원리	7	33.3
	· 다양한 만들기 활동	8	38.1
	· 자연 재해	1	4.8
	총계	21	100

STEAM 학습이 기존의 과학 수업보다 좋았던 점으로는 ‘다양한 실험과 공작 활동을 해서 좋았다’라는 응답이 가장 많았고 다음으로 ‘학습 내용이 재미있었다’, ‘여러 가지 내용을 공부할 수 있어 좋았다’, ‘학습 내용을 어렵지 않게 이해할 수 있었다’, ‘심화 학습을 할 수 있어 좋았다’의 순으로 나타났다. 초등학생들의 발달 단계를 생각해볼 때 직접 조작하고 만들어보는 실험과 공작활동이 학생들의 흥미를 유발하고 수업에 재미를 느끼게 한 것으로 보인다. 수업에 흥미와 재미를 느끼게 되면 자연스럽게 학습 내용에 집중하게 되어 학습 내용의 이해도 역시 높아질 것이며 이러한 결과는 학생들의 흥미를 유발하여 수업 몰입도를 높일 수 있는 새로운 방식의 교육이 필요함을 시사한다.

STEAM 학습을 하고 싶은 주제로는 ‘다양한 만들기 활동’이라는 응답이 가장 많았고, 다음으로 ‘체육 속에 숨어 있는 과학 원리’, ‘미술과 관련된 활동’, ‘자연 재해, 순으로 나타났다. STEAM 학습이 기존의 과학 수업보다 좋았던 점의 결과 분석에서도 알 수 있듯이 학생들은 이론 위주의 수업 보다는 다양한 만들기 활동을 좋아하는 것으로 나타났다. 그리고 체육 활동을 좋아하는 특성을

반영하듯 체육과 관련된 주제도 많은 응답을 보였는데, 이는 비단 체육뿐만 아니라 학생들이 관심 있어 하는 주제로 수업 내용을 구성할 필요가 있음을 시사한다.

이상의 결과를 보면 효과적인 과학 수업을 위해서는 학생들이 관심 있어 하는 주제를 가지고 흥미와 재미를 느낄 수 있는 실험, 공작 중심의 수업이 필요하다는 것을 알 수 있는데 STEAM 교육이 이러한 교육적 요구에 부응할 수 있을 것이다.

## V. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학교 5학년 과학과 식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 개발된 프로그램이 초등학교 5학년 학생들의 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

교과서의 내용을 바탕으로 한 전통적인 과학 수업과 STEAM 교육 프로그램의 수업을 각각 비교 집단과 실험 집단에 적용한 결과를 토대로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 개발한 STEAM 교육 프로그램은 초등과학 5학년 1학기의 ‘식물의 구조와 기능’ 단원과 5학년 2학기 ‘우리 몸’ 단원의 내용 중 관다발계와 순환계의 내용을 연계하여 구성하였다. 현장에서는 학년 말에 심화·보충 시간을 확보하여 적용할 수 있으며, 프로그램의 내용을 현장의 상황에 맞게 재구성하여 활용할 수 있을 것이다.

둘째, STEAM 교육 프로그램은 학생들의 학업성취도 향상에 긍정적인 영향을 주었다. 다양한 실험, 실습 활동들이 과학적 지식을 기억하고 이해하는데 도움을 준 것으로 보인다.

셋째, STEAM 교육 프로그램은 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 주었다. 다양한 활동을 통하여 문제를 찾아보고 자신만의 방법으로 설계, 제작해보는 활동이 학생들의 사고의 범위를 넓혀주고 창의적 문제해결력 신장에 도움을 준 것으로 보인다.

넷째, STEAM 교육 프로그램은 학생들의 과학적 태도 변화에 긍정적인 영향을 주지 못하였다. 사후 검사에서 실험반의 평균이 비교반보다 미세하게 높아지기는 하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 단기간의 프로그램으로는 학생들의 정의적인 성향을 변화시키기에 무리가 있는 것으로 보이며, 앞으로 장기적인 프로그램의 개발이 필요하다.

다섯째, STEAM 교육 프로그램에 대한 수업 만족도 조사 결과 평균 5점 만점에 4.33 점으로 비교적 높은 만족도 보였다, 직접 실험하고 만들어보는 활동들이 학생들의 흥미를 유발하고 만족도에 긍정적인 영향을 준 것으로 보인다.

위와 같은 연구 결과를 바탕으로 후속 연구를 위한 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 개발된 프로그램은 8차시의 단기간에 운영되어 과학적 태도 측면에서 긍정적인 변화를 보이지 못하였는데, 장기간에 걸친 교육이 이루어질 수 있도록 보다 많은 단원에서 STEAM 교육 프로그램이 개발될 필요가 있다. 이를 위해서는 현행 과학 교육과정 상의 학습 내용에 결손이 생기지 않으면서 STEAM 교육 프로그램이 운영될 수 있도록 교육과정의 재구성이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 생명 영역뿐만 아니라 운동과 에너지, 물질, 지구와 우주 영역에서도 통합 가능한 내용을 찾아 주제 중심 STEAM 교육 프로그램을 개발하면 좋을 것이다.

셋째, STEAM 교육 프로그램을 운영하기 위해서는 많은 차시의 수업 시간이 필요한데 학교 현장에서 많은 차시의 수업 시간을 확보하기에 어려움이 있으므로 방과 후 가정에서 또는 토요일 휴업일을 활용하여 학생 스스로 학습 할 수 있는 프로그램의 개발이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 교육과학기술부(2010a). **초등학교 교사용 지도서 과학 5**. 서울: 금성출판사.
- 교육과학기술부(2010b). **초등학교 과학 5**. 서울: 금성출판사.
- 교육과학기술부(2010c). **초등학교 실험 관찰 5**. 서울: 금성출판사.
- 교육과학기술부(2011). **2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정**. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호.
- 권낙원(2005). 통합 교육과정의 과제와 전망. **학습자중심교과교육연구**, 5(2), 287-308.
- 김권숙, 최선영(2012). 과학기반 STEAM 프로그램이 초등 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 31(2), 216-236.
- 김명은(2011). **과학글쓰기를 활용한 과학 수업이 초등학생의 과학 개념 형성과 과학적 태도 변화에 미치는 영향**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김문경, 최선영(2013). 초등과학에서 융합인재교육 프로젝트 학습이 학생의 창의적 문제해결력 및 학업성취도에 미치는 효과. **과학교육연구지**, 37(3), 562-572.
- 김미숙(2013). **STEAM 수업이 수학영재의 수학 창의적 문제해결력과 창의적 태도에 미치는 효과**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김상훈(2006). **식물의 구조와 기능에 대한 중학교 학년별 학생 개념 비교 연구**. 동아대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김석희, 유현창(2013). Hand on 센서 기반 고도화된 STEAM 교육 프로그램의 효과. **컴퓨터교육학회 논문지**, 16(3), 79-89.
- 김수호(2013). **STEAM 기반 창의적 체험활동이 초등학생 감성지능에 미치는 영향**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김용화, 정완호(1995). 인체의 구조와 기능에 관한 국민학생들의 개념 조사. **한국과학교육학회지**, 15(1), 6-16.
- 김자립(2012). **과학·미술 중심의 STEAM 교육 프로그램이 초등학생의 과학**

- 학업성취도와 정의적 특성에 미치는 효과. 경북대학교 대학원 박사학위논문.
- 김재복(2000). **통합교육과정**. 서울: 교육과학사.
- 김재현(1997). **식물의 구조와 기능에 관한 초등학생들의 개념 조사**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김진수(2007). 기술교육의 새로운 통합교육 방법인 STEM 교육의 탐색. **한국기술교육학회지**, 7(3), 1-29.
- 김진수(2011a). STEAM 교육을 위한 큐빅 모형. **한국기술교육학회지**, 11(2), 124-139.
- 김진수(2011b). STEAM 통합 교육의 수업 자료 제작을 위한 PDIE 모형 개발. **대한공업교육학회 학술대회발표논문**, 386-392.
- 김태훈(2013). **초등과학영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발**. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발. **한국과학교육학회지**, 18(3), 357-369.
- 류제정, 이길재(2013). 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램이 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성과 정서지능에 미치는 효과. **초등과학교육**, 32(1), 36-46.
- 문대영(2008). STEM 통합 접근의 사전 공학 교육 프로그램 모형 개발. **공학교육연구**, 11(2), 90-101.
- 박혜원, 신영준(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. **생물교육학회지**, 40(1), 132-146.
- 백운수, 박현주, 노석구, 이주연, 정진수, 한혜숙, 김영민, 박종윤(2011). **융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구**. 한국창의재단 중간보고서.
- 신승기(2012). **스크레치를 활용한 초등학교의 창의적 STEAM 프로그램 개발 및 적용**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 유선경(2013). **로봇을 활용한 STEAM 기반 학습이 초등영재의 창의성에 미치는 영향**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

- 유주선(2009). 과학 수업에 대한 초등학생의 관심도와 만족도에 관한 연구. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 윤영주(2008). 초등학생의 인체에 관한 선개념 유형별 5E 순환학습모형의 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 윤정교(2013). 중학교 1학년 기술 교과에서 T-STEAM 프로그램이 흥미도와 학업성취도에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 윤정현(2012). 과학교육마술 프로그램이 초등학생의 창의적 문제해결력, 과학 탐구능력, 과학적 태도에 미치는 효과. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이승우, 백종일, 이정곤(2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등 수학영재 교육 프로그램의 개발과 적용 효과. **초등수학교육**, 16(1), 35-55.
- 이시예, 이형철(2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학관련 태도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 32(1), 60-70.
- 이지원, 박혜정, 김중복(2013). 융합인재교육(STEAM) 연수를 통해 교수, 학습 자료 개발 및 현장적용을 경험한 초등교사들의 인식 조사. **초등과학교육**, 32(1), 47-59.
- 이형재(2004). 초등학교 인제학습에서 WBI를 활용한 교수·학습 모듈이 태도 및 학업성취도에 미치는 효과. 공주대학교 교육정보대학원 석사학위논문.
- 조덕수(2013). 초등학생들의 집단지성을 활용할 수 있는 STEAM 기반 수업의 개발 및 적용. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조덕주(1997). 통합 교육과정 적용의 이유에 대한 고찰. **인간발달연구**, 25(1), 41-52.
- 최선영, 강호감(2006). 초등학교 과학영재학급 학생선발을 위한 과학 창의적 문제해결력 검사도구 개발. **초등과학교육**, 25(1), 27-38.
- 황광석(2013). 초등학교 5학년 '전기회로' 단원의 STEAM 교육이 과학에 대한 태도 및 수업만족도에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 황영록(2002). 초등학생의 생물학적 오개념에 대한 연구: 초등학교 6학년을 대상으로. 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.

- 허소영(2007). **중학교 식물의 구조와 기능 단원의 오개념 교정을 위한 멀티미디어 학습 효과**. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 허형구(2013). **수학 교과 중심 STEAM 프로그램 개발 및 적용**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Association of Supervision and Curriculum Development. Alexandria, VA.
- Drake, S. M. & Burns, R. C. (2004). *Intergrated curriculum*. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria, VA.
- Yakman, G. & Kim, J. S. (2007). Using BADUK to teach purposefully integrated STEM/STEAM education. *37th Annual Conference International Society for Exploring Teaching and Learning*, Atlanta, USA, (Oct. 11-13, 2007).

## ABSTRACT

### Development and Application of STEAM Education Program by Linking the Vascular Bundle System of Plants and the Circulating System of Animal

Han, Myeong Jae

Major in Elementary School Science, Graduate School of Education, Jeju National University

Supervised by Professor Hong, Seung-Ho

It will be a society that creative ideas and power of science and technology are national competitiveness in the future. In this society, it needs a person who has both ‘knowledge of science and technology’ and ‘imagination and artistic sensibility’. For this reason, STEAM education is required that integrate into science, mathematics, technology, engineering and art. In this study, it was developed STEAM program that integrated by linking the vascular bundle system of plants and circulating system of animal of 5<sup>th</sup> grade science. The purposes were to find the impact on the academic achievement, creative problem solving abilities, and scientific attitude of elementary school students.

N elementary school’s each 28 students of fifth grade in J province, there were divided the control and experimental groups. The control group had a traditional science class, the experimental group had STEAM education program that integrated into area of plants and animals. Using the same

test, it performed the pre- and post-test to the control and experimental groups, t-test was also conducted. Analysis result, only the experimental group increased significantly in the academic achievement, and creative problem solving. But, there was no significantly change in scientific attitude to groups. As the reason for this result, it can be seen that the change of scientific attitude is difficult on short-term program. Therefore, it is necessary to be made to reorganize the curriculum and apply the program in school.

\* Key words : STEAM, vascular bundle system, circulating system, creative problem solving ability, scientific attitude

## 부 록

<부록 1> STEAM 교육 프로그램

<부록 2> 학업성취도 검사 도구

<부록 3> 창의적 문제해결력 검사 도구

<부록 4> 과학적 태도 검사 도구

<부록 5> 수업 만족도 검사 도구

<부록 1> STEAM 교육 프로그램

STEAM 교육 프로그램
생명의 필수조건 '물', 생명체에서 물의 이동



### 1. 프로그램명: 생명의 필수조건 ‘물’, 생명체에서 물의 이동

### 2. 프로그램의 목표

<b>상위 목표</b>		생물에게 꼭 필요한 물이 식물과 인간의 체내에서 하는 역할과 순환하는 원리를 실험과 탐구활동을 통해 체득하고, 이를 통해 생명체와 물을 소중히 여기려는 태도를 기른다.
<b>세부 목표</b>	<b>인지</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 생명체에서 물의 역할과 식물이 물을 흡수하는 원리를 설명할 수 있다.</li> <li>◦ 식물의 내부에서 물이 이동하는 원리를 설명할 수 있다.</li> <li>◦ 식물의 앞에서 잎맥의 역할을 설명할 수 있다.</li> <li>◦ 심장에서 판막의 역할과 원리를 설명할 수 있다.</li> <li>◦ 혈액순환의 경로를 설명할 수 있다.</li> </ul>
	<b>정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 물의 중요성과 절약의 필요성을 느낄 수 있다.</li> <li>◦ 생명의 소중함과 봉사의 가치를 느낄 수 있다.</li> <li>◦ 호기심을 가지고 적극적으로 탐구하려는 자세를 가질 수 있다.</li> </ul>
	<b>행동</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 간이 가슴기를 만들 수 있다.</li> <li>◦ 잎맥표본을 만들 수 있다.</li> <li>◦ 판막 모형을 만들 수 있다.</li> <li>◦ 혈액순환 모형을 만들 수 있다.</li> </ul>

### 3. 프로그램 지도 계획

STEAM 학습 준거	차시	학습 주제	주요 활동 내용	STEAM 요소
상황 제시 창의적 설계	1	생명체에서 물의 역할	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 생명체에서 물의 역할 알아보기</li> <li>- 식물이 물을 흡수하는 원리 알아보기 (삼투현상)</li> </ul>	S A M
창의적 설계 감성적 체험	2~3	식물 내부에서 물의 이동	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 나무의 물관 확인하기</li> <li>- 모세관 현상 알아보기</li> <li>- 간이 가슴기 만들기</li> </ul>	S T/E A M
창의적 설계 감성적 체험	4	식물의 앞에서의 물이 이동하는 길	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 잎맥의 역할 알아보기</li> <li>- 잎맥표본 제작하기</li> </ul>	S T/E
창의적 설계 감성적 체험	5~6	혈액이 흐르는 방향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 석유펌프의 구조와 원리 알아보기</li> <li>- 심장 판막의 역할과 원리 알아보기</li> <li>- 판막 모형 만들기</li> </ul>	S T/E A M
창의적 설계 감성적 체험	7~8	혈액순환의 경로	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 혈액순환의 경로 알아보기</li> <li>- 혈액순환 모형 만들기</li> </ul>	S T/E A M

#### 4. STEAM 관련 활동 내용

S	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 생명체에서 물의 역할, 식물이 물을 흡수하는 원리 알아보기</li> <li>▶ 나무의 물관 확인. 모세관 현상 실험하기</li> <li>▶ 잎맥의 역할 알아보기, 잎맥 관찰하기</li> <li>▶ 판막의 역할과 원리 알아보기</li> <li>▶ 혈액순환의 경로 알아보기</li> </ul>
T/E	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 간이가습기 설계 및 제작하기</li> <li>▶ 잎맥표본 제작하기</li> <li>▶ 석유펌프와 단방향 밸브의 구조와 원리, 판막 모형 만들기</li> <li>▶ 혈액순환 모형 만들기</li> </ul>
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 물의 중요성 및 물 절약의 필요성 느끼기, 학습 내용 발표하기</li> <li>▶ 간이 가습기의 디자인하기</li> <li>▶ 생명의 소중함과 봉사의 가치 느끼기</li> <li>▶ 심장의 내부 모습 묘사하기, 소감문 작성하기</li> </ul>
M	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 설탕물의 농도 구하기</li> <li>▶ 설계도 작성 시 도형 활용하기</li> <li>▶ 동심원, 부채꼴 그리기</li> </ul>

#### 5. 평가 계획

영역	평가 내용	평가 방법
인지	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 생명체에서 물의 역할과 식물이 물을 흡수하는 원리를 설명할 수 있는가?</li> <li>◦ 식물의 내부에서 물이 이동하는 원리를 설명할 수 있는가?</li> <li>◦ 식물의 잎에서 잎맥의 역할을 설명할 수 있는가?</li> <li>◦ 심장에서 판막의 역할과 원리를 설명할 수 있는가?</li> <li>◦ 혈액순환의 경로를 설명할 수 있는가?</li> </ul>	관찰 평가 지필 평가
정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 물의 중요성과 절약의 필요성을 느끼고 있는가?.</li> <li>◦ 생명의 소중함과 봉사의 가치를 느끼고 있는가?</li> <li>◦ 호기심을 가지고 적극적으로 탐구하는가?</li> </ul>	관찰 평가 자기 평가
행동	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 간이 가습기를 만들 수 있는가?</li> <li>◦ 잎맥표본을 만들 수 있는가?</li> <li>◦ 판막 모형을 만들 수 있는가?</li> <li>◦ 혈액순환 모형을 만들 수 있는가?</li> </ul>	관찰 평가 산출물 평가

STEAM 교수·학습 과정안 - 생명의 필수조건 '물', 생명체에서 물의 이동 -			
학습주제	생명체에서 물의 역할 알아보기	학습모형	문제해결학습모형
학습목표	생명체에서 물의 역할과 식물이 물을 흡수하는 원리를 설명할 수 있다.	차시	1/8
학습자료	동영상 자료, PPT 자료, 당근의 삼투현상 실험 도구, 학습지		
STEAM 요소	S	○	S: 생명체에서 물의 역할, 식물이 물을 흡수하는 원리 알아보기 A: 물의 중요성 및 물 절약의 필요성 느끼기, 학습 내용 발표하기 M: 설탕물의 농도 구하기
	T/E		
	A	○	
	M	○	

학습 단계	교수·학습 활동	시간 (분)	STEAM 요소	자료(♣) 및 유의점(※)
문제 확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 단원 도입 및 동기유발               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 물의 중요성 알아보기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- '물 발자국' 영상을 시청하고 물이 중요한 이유를 생각해보기</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>◎ 학습목표 확인 및 활동 안내               <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">                 생명체에서 물의 역할과 식물이 물을 흡수하는 원리를 설명할 수 있다.               </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 활동 안내                   <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;활동 1&gt; 생명체에서 물의 역할 알아보기</li> <li>&lt;활동 2&gt; 식물이 물을 흡수하는 원리 알아보기</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	5	S A	♣ '물 발자국' 영상
문제 해결 방법 찾기	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;활동 1&gt; 생명체에서 물의 역할 알아보기               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ '화성 표면에서 물 발견' 뉴스 시청하기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 왜 물의 흔적을 발견하려고 노력하는지 생각해보기</li> </ul> </li> <li>▶ 생명체에서 물의 역할 알아보기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생명체에서 물은 어떤 역할을 하는지 예상해보기</li> <li>- 자료를 보고 생명체에서 물의 역할 알아보기</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>◎ 생명체에서 물의 역할               <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 양분, 노폐물, 기체, 호르몬 등의 용해와 운반</li> <li>▷ 체온의 유지</li> <li>▷ 세포의 구조와 형태 유지</li> </ul> </li> </ul>	10	S	♣ '화성 표면에서 물 발견' 뉴스, PPT

문제 해결	<p>&lt;활동 2&gt; 식물이 물을 흡수하는 원리 알아보기</p> <p>▶ 당근의 삼투현상 실험하기</p> <p>- 준비물: 당근, 비커, 설탕, 전자저울, 칼</p> <p>- 실험 방법</p> <p>① 당근을 한 변이 3cm인 정육면체 모양으로 잘라 2개를 준비한다 .</p> <p>② 잘라진 2개의 당근의 무게를 제어 기록한다.</p> <p>③ 전자저울로 무게를 제어 10%설탕물을 만든다.</p> <p>④ 하나의 당근은 만들어진 설탕물에 넣고, 다른 하나는 일반 물에 넣는다.</p> <p>⑥ 시간이 흐른 후 두 당근을 꺼내어 무게를 제어본다.</p> <p>⑦ 당근이 무게에 어떤 변화가 생겼는지 알아본다.</p> <p>▶ 시간이 지나면 두 당근에 어떠한 변화가 생길지 생각해보고, 그 이유도 함께 생각해보기</p>	20	S M	*변화가 일어나기 까지 시간이 오래 걸리므로, 수업이 끝나고 시간이 흐른 뒤에 관찰하도록 한다.
일반화 및 평가	<p>◎ 학습 내용 정리</p> <p>▶ 생명체에서 물의 역할과 식물이 당근 실험의 결과를 예상하여 발표해보기</p> <p>▶ 과제 제시: 생활 속에서 삼투현상을 관찰할 수 있는 경우나 활용하는 모습 조사하기</p> <p>◎ 차시 예고</p> <p>▶ 차시 학습 내용: 식물이 흡수한 물은 어떻게 이동하는지 알아보기</p>	5	A	

※ 평가 계획

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
생명체에서 물의 역할과 식물이 물을 흡수하는 원리를 설명할 수 있는가?	상	생명체에서 물의 역할과 식물이 물을 흡수하는 원리를 자세하게 설명할 수 있다.	관찰 평가
	중	생명체에서 물의 역할과 식물이 물을 흡수하는 원리를 간단히 설명할 수 있다.	
	하	생명체에서 물의 역할과 식물이 물을 흡수하는 원리를 설명하는데 어려움이 있다.	산출물 평가

	<b>생명체에서 물의 역할 알아보기</b>	<b>학생용 활동지</b>
	초등학교    학년    반    번    이름:	

1. 생명체에서 물은 어떤 역할을 하는지 예상하여 글과 그림으로 설명해봅시다.

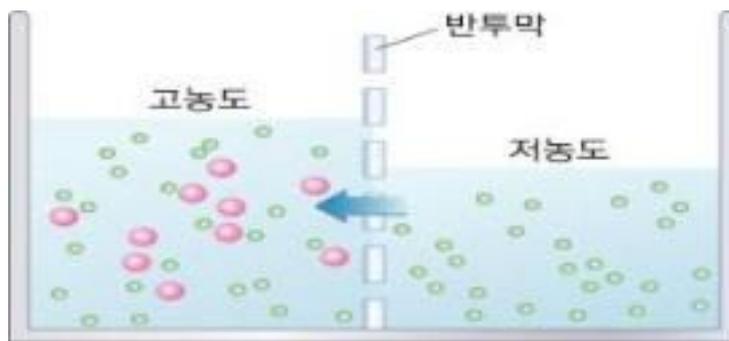
2. 시간이 지나면 당근에 어떤 변화가 생길지 예상하여 글과 그림으로 나타내보고, 그 이유도 설명해봅시다.

<b>당근의 변화</b>	
<b>변화하는 이유</b>	

	👁 더 알아보기 👁	심화·보충 자료
	삼투현상이란?	

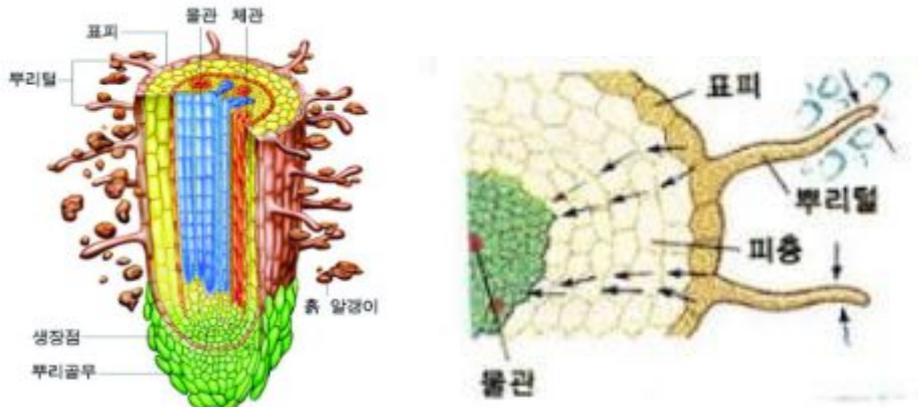
▣ 삼투현상

분자의 크기에 따라 선택적으로 물질을 통과시키는 막(반투성 막)을 경계로 용액의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 물이 이동하는 현상이다. 가을철에 김장을 할 때 배추를 소금에 절이면 배추세포 안쪽의 물이 바깥쪽으로 빠져 배추가 시들해지는 것이 좋은 예이다.



이미지 출처: <http://cafe.naver.com/onggal/1225>

▣ 뿌리에서 물의 흡수



이미지 출처: <http://blog.naver.com/msecworld/130103500708>

뿌리털을 이루는 세포의 내부는 흙 속의 물보다 농도가 높고 식물의 뿌리는 안쪽으로 갈수록 농도가 높아지므로 물은 삼투현상에 의해 흙 속에서 뿌리털을 통해 흡수되어 물관까지 이동한다. 화분에 비료를 너무 많이 주면 뿌리의 농도보다 흙의 농도가 높아져서 뿌리의 물이 흙으로 빠져나와 식물이 말라 죽는다.

☞ 자료 출처: 네이버 지식백과

STEAM 교수·학습 과정안 - 생명의 필수조건 '물', 생명체에서 물의 이동 -				
학습주제	식물 내부에서의 물의 이동원리 알아보기		학습모형	문제해결학습모형
학습목표	식물의 내부에서 물이 이동하는 원리를 설명하고, 간이 가슴기를 만들 수 있다.		차시	2~3/8
학습자료	사진 및 동영상 자료, 나무 물관 붓기 실험 도구, 모세관 현상 실험 도구, 간이 가슴기 만들기 도구, 학습지			
STEAM 요소	S	○	S: 나무의 물관 확인. 모세관 현상 실험하기	
	T/E	○	T/E: 간이가슴기 설계 및 제작하기	
	A	○	A: 간이 가슴기의 디자인하기	
	M	○	M: 설계도 작성 시 도형 활용하기	

학습 단계	교수·학습 활동	시간 (분)	STEAM 요소	자료(♣) 및 유의점(※)
문제 확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 전시 학습 상기 및 동기유발               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 당근 실험의 결과 확인하기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물은 어떻게 이동하였는지 확인하기</li> <li>- 흡수된 물은 어떻게 이동할지 예상해보기</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>◎ 학습목표 확인 및 활동 안내               <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">                 식물의 내부에서 물이 이동하는 원리를 설명하고, 간이 가슴기를 만들 수 있다.               </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 활동 안내                   <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;활동 1&gt; 나무의 물관 확인하기</li> <li>&lt;활동 2&gt; 모세관 현상 알아보기</li> <li>&lt;활동 3&gt; 간이 가슴기 만들기</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	5	S	♣실험 결과 비교 사진
문제 해결 방법 찾기	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;활동 1&gt; 나무의 물관 확인하기               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 고로쇠나무 수액 채취 동영상 보기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나무 줄기의 구멍에서 나온 액체는 어떻게 이동하 여 왔는지 생각해보기</li> </ul> </li> <li>▶ 나무의 줄기에 있는 물관 확인해보기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 준비물: 횡방향으로 자른 나무 줄기, 비눗물</li> <li>- 실험 방법                       <ol style="list-style-type: none"> <li>① 두께 1cm정도로 횡방향으로 잘라놓은 나무 줄기 의 한쪽에 비눗물을 바른다.</li> <li>② 반대편의 가장자리 부분을 입으로 세게 붙어본다.</li> <li>③비눗물을 바른 면에서 어떤 현상이 생기는지 관찰 하고, 왜 그런 현상이 생기는지 생각해본다.</li> </ol> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	10	S	♣'수액 채 취' 동영상, 학습지  ※식물의 줄 기에는 물관 외에도 양분 이 이동하는 체관이 있음 을 설명한 다.

	<p>&lt;활동 2&gt; 모세관 현상 알아보기</p> <p>▶ 준비물: 유리 모세관(내경 1.1mm), 색소, 페트리접시</p> <p>▶ 실험 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 페트리접시에 색소를 탄 물을 넣는다.</li> <li>- 유리 모세관을 페트리접시에 세우고 어떤 현상이 일어나는지 관찰한다.</li> <li>- 물이 1/5정도 담긴 비커에 건조된 물티슈의 아랫부분이 물에 잠기도록 걸쳐 놓고 어떤 현상이 일어나는지 관찰한다.</li> </ul>	13	S	※물의 흡수에는 모세관 현상 이외에도 증산작용이 중요한 역할을 함을 설명한다.
문제 해결	<p>&lt;활동 3&gt; 모세관 현상을 이용한 간이 가습기 만들기</p> <p>▶ 만들어질 간이 가습기 그리기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가습기의 전체적인 모습을 창의적으로 디자인하여 그리기</li> </ul> <p>▶ 간이 가습기 설계하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 준비물: PET병, 건조된 물티슈, 철사, 빨대 등</li> <li>- 물티슈를 물을 흡수하고 증발시키는 섬유 모세관으로 활용하여 창의적인 디자인으로 설계하기</li> </ul> <p>▶ 설계도에 따라 간이 가습기 제작하기</p>	45	S M T/E	※물을 흡수하여 증발시키는 면적이 충분히 넓게 되도록 지도한다.
일반화 및 평가	<p>◎ 결과 공유하기</p> <p>▶ 친구들의 작품을 감상하고 잘 된 점, 인상깊은 점 찾아보기</p> <p>◎ 차시 예고</p> <p>▶ 식물의 앞에서 물이 이동하는 길 알아보기</p>	7		

※ 평가 계획

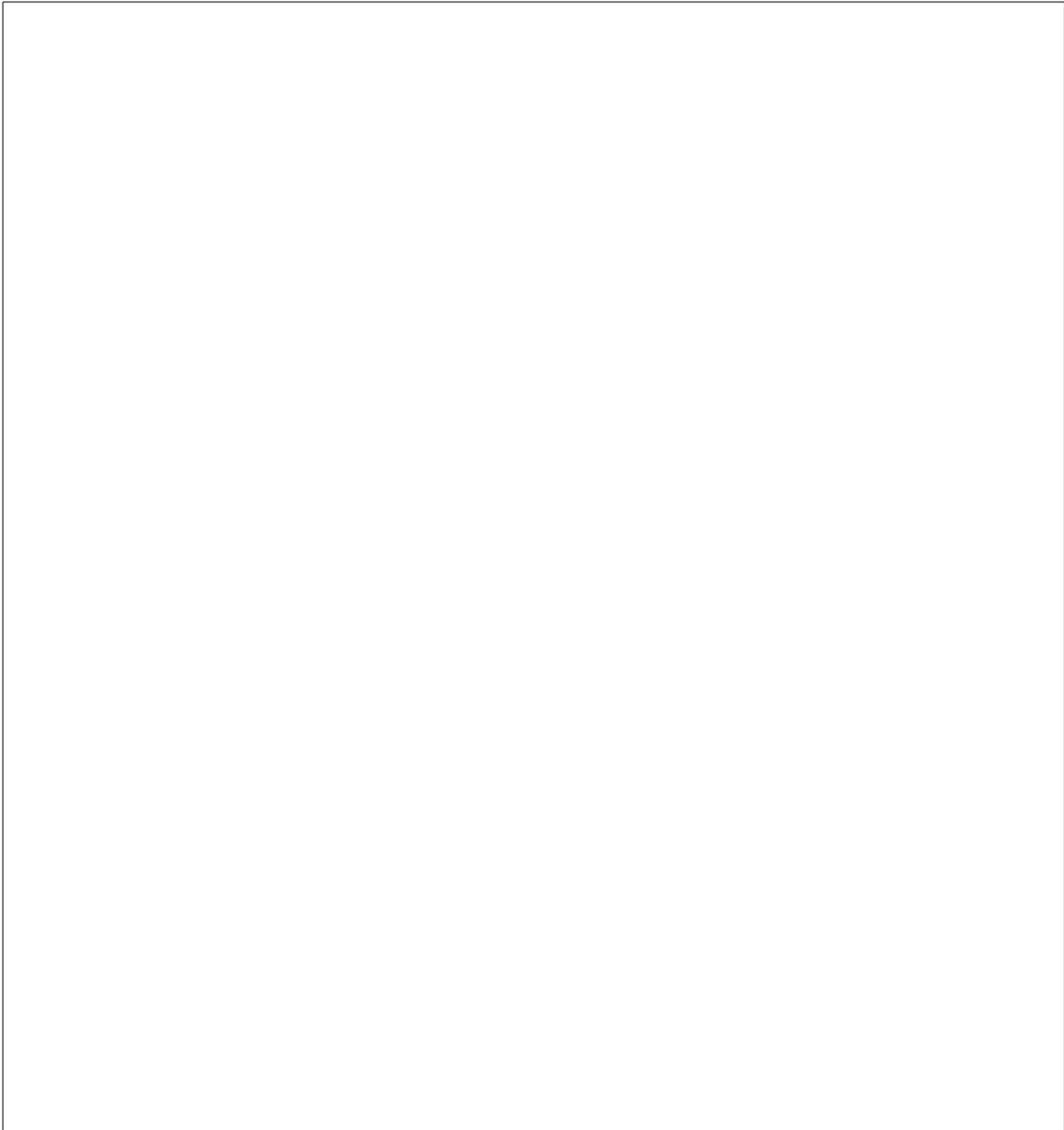
평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
식물의 내부에서 물이 이동하는 원리를 설명하고 간이 가습기를 만들 수 있는가?	상	식물의 내부에서 물이 이동하는 원리를 바르게 설명하고, 간이 가습기를 만들 수 있다.	관찰 평가
	중	식물의 내부에서 물이 이동하는 원리를 간단하게 설명하고, 간이 가습기를 만들 수 있다.	
	하	식물의 내부에서 물이 이동하는 원리를 설명하기 힘들고, 간이 가습기를 만드는데 어려움이 있다.	산출물 평가

	식물 내부에서의 물의 이동	학생용 활동지
	초등학교    학년    반    번    이름:	

1. 나무에서 물은 어떻게 이동하는지 글과 그림으로 설명해봅시다.

2. 만들어질 간이 가습기의 모습을 그림으로 나타내봅시다.

3. 간이 가습기의 설계도를 그리고 제작과정을 정리하여봅시다.



3. 친구들의 작품을 감상하고 잘된 점, 인상깊은 점을 찾아봅시다.



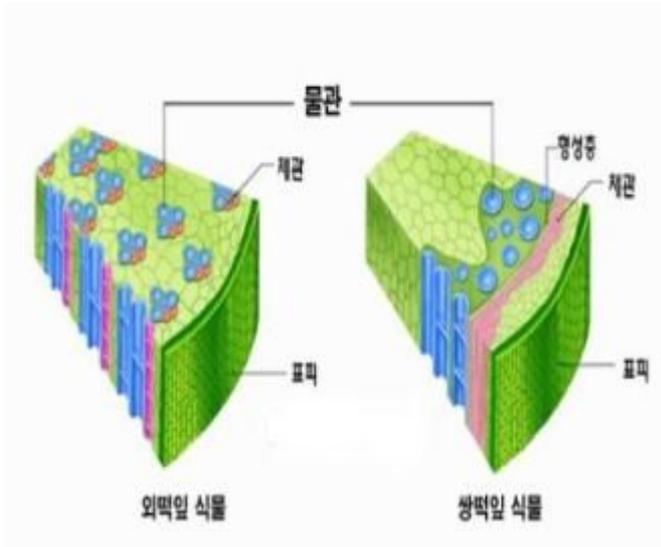
	👁 더 알아보시다 👁	심화·보충 자료
	<b>모세관 현상과 물관</b>	

### ▣ 모세관 현상

가는 유리관을 물속에 넣으면 유리관의 안쪽을 따라 물이 따라 올라오는데, 이처럼 매우 가는 유리관 같은 공간의 벽을 통해 액체가 따라 올라오는 현상을 모세관 현상이라 한다. 물분자 사이의 응집력보다 물분자와 유리벽 사이에 생기는 접착력이 더 강하면 유리벽을 타고 얇은 물분자막이 형성되며, 그 후에는 표면 장력에 의해 중앙 부분의 물을 빨아 올리게 된다. 끌려 올라간 물기둥의 무게가 유리관 사이의 접착력과 같아지는 높이까지 물은 올라가게 된다. 따라서 가는 유리관일수록 물의 무게가 작으므로 높이 올라갈 수 있다. 유리관의 안지름이 0.5mm인 경우 물기둥은 5cm까지 올라간다. 식물의 뿌리가 물을 흡수하는 원리나 물수건이 물을 빨아들이는 것, 알코올 램프의 심지를 통해 연료가 빨려 올라오는 것 등은 모세관 현상의 대표적인 예이다.

### ▣ 식물의 물관

물관은 물관 세포가 세로로 연결되어 위아래 세포 사이에 막이 없어서 하나의 긴 관을 이루어 물과 무기 양분이 이동하는 통로가 된다. 식물의 뿌리와 줄기의 관다발에 있으며, 잎에서는 잎맥을 이룬다. 한편 광합성으로 만든 유기 양분은 체관을 통해 이동하며 물관, 체관이 함께 관다발을 이룬다



개나리 물관(500배 확대)

👁 자료 출처: 네이버 지식 백과

STEAM 교수·학습 과정안 - 생명의 필수조건 '물', 생명체에서 물의 이동 -				
학습주제	식물의 잎에서의 물이 이동하는 길		학습모형	문제해결학습모형
학습목표	잎맥의 역할을 알고 잎맥표본을 만들 수 있다.		차시	4/8
학습자료	잎맥 관련 사진, PPT자료, 잎맥표본 제작 실험도구, 학습지			
STEAM 요소	S	○	S: 잎맥의 역할 알아보기, 잎맥 관찰하기 T/E: 잎맥표본 제작하기	
	T/E	○		
	A			
	M			

학습 단계	교수·학습 활동	시간 (분)	STEAM 요소	자료(♣) 및 유의점(※)
문제 확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 동기유발 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 곤충이 갇아먹은 잎에 드러난 잎맥 사진 보기</li> </ul> </li> <li>● 학습목표 확인 및 활동 안내</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"><b>잎맥의 역할을 알고 잎맥표본을 만들 수 있다.</b></p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 활동 안내</li> <li>&lt;활동 1&gt; 잎맥의 역할 알아보기</li> <li>&lt;활동 2&gt; 잎맥표본 제작하기</li> </ul>	3	S	♣ 잎맥 사진
문제 해결 방법 탐색 및 해결	<p>&lt;활동 1&gt; 잎맥의 역할 알아보기</p> <p>- &lt;활동 2&gt;에서 가열을 하는 시간 동안 잎맥의 역할에 대하여 알아본다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>☞ 잎맥의 역할</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 잎에서 물과 양분이 이동하는 통로이다.</li> <li>- 물관과 체관으로 이루어져 있고 줄기의 물과, 연결되어 있다.</li> </ul> </div> <p>&lt;활동 2&gt; 잎맥표본 제작하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 준비물: 10%수산화나트륨 수용액, 10%과산화수소수, 알콜램프, 비커, 색소, 페트리접시, 신문지, 칫솔, 핀셋, 비닐장갑, 나뭇잎</li> <li>▶ 제작 방법</li> <li>- 비커에 10%수산화나트륨 수용액을 넣고 나뭇잎을</li> </ul>	35	S T/E	♣ 잎맥 관련 사진 자료, PPT  ※ 수산화나트륨 수용액이 손에 묻지 않도록 하고 알콜램프 사용 시 주의를 기울

	<p>잠기게 한 후 알콜램프로 15분 정도 가열한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수산화나트륨 수용액의 색이 검게 변하면 가열을 멈추고 나뭇잎을 물에 헹구어 페트리접시에 놓는다.</li> <li>- 칫솔로 나뭇잎의 양쪽 면을 부드럽게 두드리며 물에 헹구기를 반복하여 잎살을 제거한다.</li> <li>- 잎맥만 남게 되면 색소에 담구어 염색을 한다.</li> <li>- 신문지 사이에 놓고 눌러 물기를 빼고 말린다.</li> </ul>			이도록 지도한다.
일반화 및 평가	<p>◎ 학습 내용 정리</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 완성된 잎맥표본의 모습 관찰하기</li> </ul> <p>◎ 차시 예고</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 우리 몸에서의 물의 이동(심장과 혈액순환)에 대하여 알아보기</li> </ul>	2	S	※ 잎맥 표본이 다 마르면 학습지에 붙이도록 한다.

※ 평가 계획

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
잎맥의 역할을 알고 잎맥표본을 만들 수 있는가?	상	잎맥의 역할을 알고 잎맥이 잘 드러나도록 잎맥표본을 만들 수 있다.	관찰 평가
	중	잎맥의 역할을 알고 잎맥표본을 만들 수 있다.	
	하	잎맥의 역할을 어느 정도 알고 있으나 잎맥표본을 만드는데 어려움이 있다.	산출물 평가

	<b>잎맥표본 만들기</b>	<b>학생용 활동지</b>
	초등학교    학년    반    번    이름:	

1. 완성된 잎맥표본을 붙여봅시다.

<b>잎맥의 모양</b>	
<b>잎맥표본을 만들면서 느낀 점</b>	

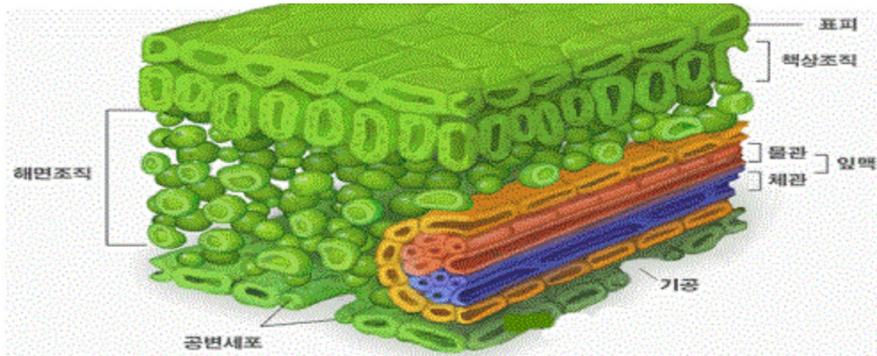
	👁 더 알아봅시다 👁	심화·보충 자료
	<b>잎맥의 종류와 내부 구조</b>	

### ▣ 잎맥의 종류



쌍떡잎식물은 그물맥, 외떡잎식물에서는 나란히맥, 겉씨식물과 양치식물에서는 차상맥으로 되는 경향이 강하다. 잎맥은 잎에서 필요한 물과 물에 녹은 물질을 운반하고 잎에서 생산된 물질을 식물체의 각 부로 보내는 수송로이며, 잎의 모양을 유지할 수 있는 골격으로서도 중요하다.

### ▣ 잎의 내부 구조



잎의 속단면 구조는 크게 4개 부분으로 나누어지는데, 표피조직은 잎의 가장 바깥쪽 겉면을 싸고 있는 한 겹의 세포층으로 엽록체가 없어 투명하고 큐티클층(얇은 비닐 모양)으로 싸여 있어 수분 증발을 막고 내부를 보호한다. 또한 뒷면 표피에는 2개의 공변세포로 이루어진 기공이 있어 기체가 출입한다.

그 아래의 핵상조직은 엽록체를 가지고 있는 세포들이 뾰뾰하고 규칙적으로 배열되어 광합성이 가장 왕성하게 일어나는 곳이며, 해면조직은 엽록체를 가지고 있는 세포들이 엉성하게 배열되어 있고 세포 사이에 공간이 많아 기체의 이동통로로 이용된다. 또한 잎맥은 앞에 있는 관다발로서 물관과 체관으로 구성되어 있고 물질의 이동통로가 된다.

👁 자료 출처: 네이버 지식 백과

STEAM 교수·학습 과정안 - 생명의 필수조건 '물', 생명체에서 물의 이동 -				
학습주제	혈액이 흐르는 방향		학습모형	문제해결학습모형
학습목표	심장에서 판막의 역할과 원리를 설명할 수 있다.		차시	5~6/8
학습자료	사진 및 동영상 자료, 석유펌프, 판막 모형 만들기 재료			
STEAM 요소	S	○	S: 판막의 역할과 원리 알아보기	
	T/E	○	T/E: 석유펌프와 단방향 밸브의 구조와 원리, 모형 판막 만들기	
	A	○	A: 생명의 소중함과 봉사의 가치 느끼기	
	M	○	M: 동심원, 부채꼴 그리기	

학습 단계	교수·학습 활동	시간 (분)	STEAM 요소	자료(♣) 및 유의점(※)
문제 확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 동기유발               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ '심장판막 질환 소녀 의료봉사' 동영상 시청하기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소녀의 심장에 어떤 문제가 있는지 알아보기</li> <li>- '판막'은 심장에서 어떤 역할을 할지 예상해보기</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>◎ 학습목표 확인 및 활동 안내               <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0; text-align: center;">                 심장에서 판막의 역할과 원리를 설명할 수 있다.               </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 활동 안내                   <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;활동 1&gt; 석유펌프의 구조와 원리 알아보기</li> <li>&lt;활동 2&gt; 심장 판막의 역할과 원리 알아보기</li> <li>&lt;활동 3&gt; 판막 모형 만들기</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	5	S A	♣ '심장 판막 질환 소녀 의료봉사' 동영상
문제 해결 방법 찾기	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;활동 1&gt; 석유펌프의 구조와 원리 알아보기               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 석유펌프 실험하기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 준비물: 석유펌프, 수조</li> <li>- 정상적인 석유펌프와 단방향 밸브가 제거된 석유펌프를 사용하여 수조에 있는 물을 펌프질 해보고, 각각 어떤 현상이 일어나는지 관찰한다.</li> <li>▶ 석유펌프의 내부 구조 알아보기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 두 가지의 석유펌프를 분해하여 내부 구조를 관찰하고 어떠한 차이가 있는지 알아본다.</li> <li>- 단방향 밸브의 구조를 관찰하고 기능을 알아본다.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> <li>&lt;활동2&gt; 심장 판막의 역할과 원리 알아보기</li> </ul>	30	T/E	♣ 석유펌프, 학습지  ※ 단방향 밸브가 있어야 정상적인 펌프작용이 일어남을 이해하도록 지도한다.
			15	S

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사진과 동영상을 통하여 심장 판만의 역할과 원리를 알아본다.</li> <li>- 심장에 판막이 없다면 어떤 문제가 생길지, 석유펌프 실험과 비교하여 설명해본다.</li> <li>- 석유펌프의 각 부분은 심장에서 어떤 역할에 비유될 수 있는지 설명해본다.</li> </ul>			♣ '심장과 판막' 영상 및 사진, 학습지
문제 해결	<p>&lt;활동3&gt; 판막 모형 만들기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 준비물: 색종이, 휴지심 또는 요구르트 병, 컴퍼스, 테이프</li> <li>▶ 제작 방법 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 휴지심을 높이 3cm정도로 자른다.</li> <li>- 색종이에 종이심의 지름과 같은 원을 그리고, 반지름이 1cm더 큰 동심원을 그린다.</li> <li>- 동심원에서 중심각 20도 정도의 부채꼴 모양을 잘라내고 테이프로 붙여서 원뿔 모양으로 만든다.</li> <li>- 그림처럼 가운데 원을 삼등분하여 자르고 휴지심에 붙인다.</li> <li>- 만들어진 판막의 위, 아래를 눌러보고 잘 열리는 경우와 그렇지 않은 경우를 찾아본다.</li> </ul> </li> </ul>	25	S M T/E	
일반화 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 학습 내용 정리 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 심장에서 판막의 역할과 원리에 대하여 발표해보기</li> <li>▶ 과제 제시: 생활 속에서 단방향 밸브와 같이 물질을 한쪽으로만 이동시키는 장치 조사하기</li> </ul> </li> <li>◎ 차시 예고 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 혈액순환의 경로에 대하여 알아보기</li> </ul> </li> </ul>	5		

※ 평가 계획

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
심장에서 판막의 역할과 원리를 설명할 수 있는가?	상	심장에서 판막의 역할과 원리를 바르게 설명할 수 있다.	관찰 평가
	중	심장에서 판막의 역할과 원리를 대략적으로 설명할 수 있다.	
	하	심장에서 판막의 역할과 원리를 설명하는데 어려움이 있다.	산출물 평가

	<b>혈액이 흐르는 방향</b>	학생용 활동지
	초등학교    학년    반    번    이름:	

1. 두 개의 석유편프로 물을 펌프질 해보고 결과를 기록하여 비교해봅시다.

석유편프①	석유편프②
어떤 차이가 있는지 설명해봅시다.	

2. 두 개의 석유편프를 분해하여 내부 구조를 비교하여봅시다.

어떤 차이가 있는지 설명해봅시다.	
단방향 밸브를 관찰하고 구조의 특징과 기능을 설명해봅시다.	
구조의 특징	
기능	

3. 심장에 판막이 없다면 어떤 문제가 생기게 될지 석유펌프 실험과 비교하여 설명해봅시다.

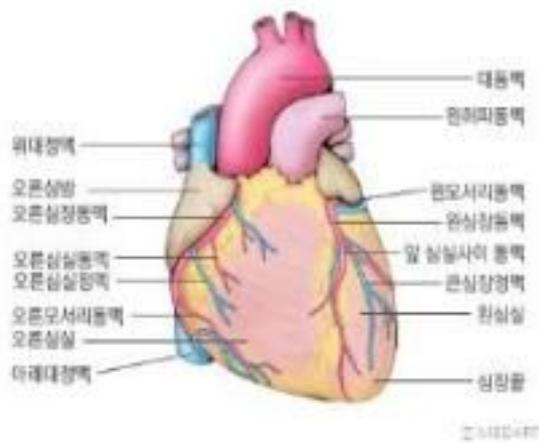
--

4. 석유펌프의 각 부분은 심장에서 어떤 역할에 비유될 수 있는지 설명해봅시다.

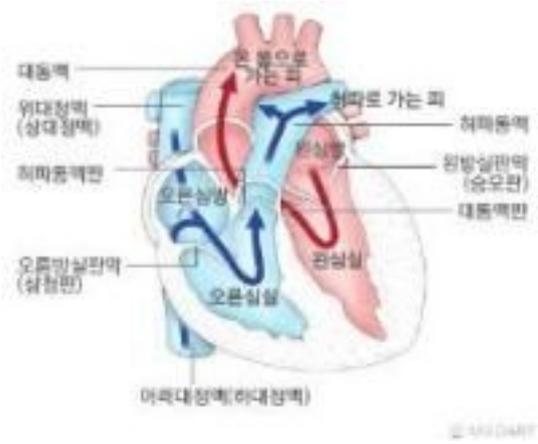
	
	
	

	 더 알아봅시다 	<b>심화·보충 자료</b>
	<b>심장의 구조</b>	

## ▣ 심장의 구조



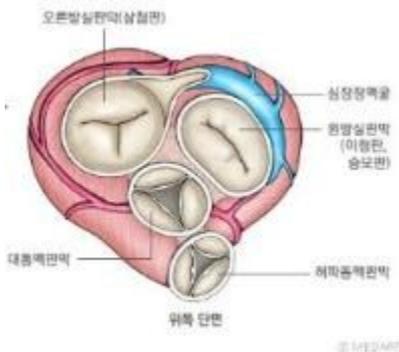
심장의 외부



심장의 내부

심장은 고대로부터 생명과 동일한 의미였다. 그래서 심장이 뛰지 않으면 곧 사망을 의미했고, 이는 현대에도 변하지 않는 상식이다. 심장은 보통 자기 주먹보다 약간 크고, 근육으로 이루어진 장기다. 주된 역할은 산소와 영양분을 싣고 있는 혈액을 온몸에 흐르게 하는 것이며, 이를 위해 1분에 60~80회 정도 심장근육이 수축한다. 펌프 내지는 자동차의 엔진과 같은 역할을 한다고 이해할 수 있다.

심장은 크게 왼쪽 부분과 오른쪽 부분으로 나뉜다. 구체적으로 오른쪽과 왼쪽에는 각각 심방과 심실이 있고(총 4개의 방), 각 부분 사이에는 판막이 있다. 왼쪽 부분은 산소와 영양분을 실은 신선한 혈액을 뿜어내는 역할을 한다. 그리고 오른쪽 부분은 각 장기를 순환하여 심장으로 들어오는 노폐물과 이산화탄소를 실은 혈액을 폐로 순환시켜 다시 산소를 받아들일 수 있게 하는 역할을 한다.



심장의 횡단면(판막 부위)

심장판막은 혈액이 한 방향으로 일정하게 흐르도록 도와주는 얇은 막 구조물로, 사람을 포함한 포유류에게는 네 종류의 판막이 존재한다. 판막은 주로 압력차에 의하여 열리고 닫히며 혈액이 일정한 방향으로 흐르도록 하여 심장의 펌프작용이 가능하도록 해준다.

☞ 자료출처: 네이버 지식백과

STEAM 교수·학습 과정안 - 생명의 필수조건 '물', 생명체에서 물의 이동 -					
학습주제	혈액순환의 경로		학습모형	문제해결학습모형	
학습목표	혈액순환의 경로를 알고 혈액순환 모형을 만들 수 있다.		차시	7~8/8	
학습자료	심장, 혈액순환 관련 사진 및 동영상, 혈액순환 모형 만들기 재료, 학습지				
STEAM 요소	S	○	S: 혈액순환의 경로 알아보기 T/E: 혈액순환 모형 만들기 A: 심장의 내부 모습 묘사하기, 소감문 작성하기		
	T/E	○			
	A	○			
	M	○			
학습 단계	교수·학습 활동		시간 (분)	STEAM 요소	자료(♣) 및 유의점(※)
문제 확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 동기유발               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ '혈액순환 송' 듣고 따라 부르기</li> </ul> </li> <li>◎ 학습목표 확인 및 활동 안내               <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 5px 0;">                 혈액순환의 경로를 알고 혈액순환 모형을 만들 수 있다.               </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 활동 안내                   <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;활동 1&gt; 혈액순환의 경로 알아보기</li> <li>&lt;활동 2&gt; 혈액순환 모형 만들기</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>		5	S	♣ '혈액순환 송' 플래시
문제 해결 방법 찾기	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;활동 1&gt; 혈액순환의 경로 알아보기               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 심장의 구조 알아보기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 그림과 영상을 통하여 심방과 심실, 판막의 위치를 알아본다.</li> </ul> </li> <li>▶ 체순환과 폐순환 알아보기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 그림과 영상을 통하여 체순환과 폐순환에 대하여 알아본다.</li> </ul> </li> <li>▶ 심장의 내부 구조와 혈액순환 경로 그리기                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 심장의 단면 그림을 보고 심장의 내부 구조를 심방과 심실, 판막을 중심으로 묘사한다.</li> <li>- 심장을 출발하여 혈액순환의 경로를 그려본다.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>		25	S A	♣ 심장, 혈액순환 관련 사진 및 동영상, 학습지
문제 해결	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;활동 2&gt; 혈액순환 모형 만들기               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 준비물: 지점토, 비닐튜브, 견출지, 네임펜</li> </ul> </li> </ul>		30	T/E S	※ 심장의 정확한 모양보

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 제작 과정 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지점토를 이용하여 심장의 심방과 심실을 만든다.</li> <li>- 지점토를 이용하여 폐, 소화기관, 배설기관, 인체의 모양을 만든다.</li> <li>- 비닐튜브로 만들어진 기관들을 연결하여 혈액순환 모형을 만든다.</li> <li>- 견출지를 이용하여 동맥과 정맥을 표시하고 네임펜으로 혈액이 흐르는 방향을 표시한다.</li> </ul> </li> </ul>			<p>다른 심방, 심실의 구분이 이루어질 수 있도록 지도한다.</p>
일반화 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 결과 공유하기 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 친구들의 작품을 감상하고 잘 된 점, 인상깊은 점 찾아보기</li> </ul> </li> <li>◎ 소감문 작성하기 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ STEAM 프로그램을 마무리하며 소감문 작성하기</li> </ul> </li> </ul>	20	A	♣학습지

※ 평가 계획

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
혈액순환의 경로를 알고 혈액순환 모형을 만들 수 있는가?	상	혈액순환의 경로를 자세히 알고 혈액순환 모형을 만들 수 있다.	관찰 평가
	중	혈액순환의 경로를 대략적으로 알고 혈액순환 모형을 만들 수 있다.	
	하	혈액순환의 경로를 잘 알지 못하며 혈액순환 모형을 어느 정도 만들 수 있다.	산출물 평가

	<h2>혈액순환의 경로</h2>	<b>학생용 활동지</b>
	초등학교    학년    반    번    이름:	

1. 심장의 내부 구조를 묘사하고 혈액순환의 경로를 그려봅시다.



2. 친구들의 작품을 감상하고 잘 된 점, 인상깊은 점을 찾아봅시다.

3. STEAM 프로그램을 마무리하며 소감문을 작성해봅시다.

<부록 2> 학업성취도 검사 도구

과학 성취도 검사지

이 검사지는 여러분들이 ‘식물의 구조와 기능’과 ‘우리 몸’ 단원의 공부한 내용을 얼마나 잘 이해하고 있는가 알아보기 위한 것이며, 여러분의 성적과는 전혀 관계가 없습니다. 문제를 차근차근 잘 읽고 성실하게 답해주기 바랍니다.

( )초등학교 ( )학년 ( )반 이름: \_\_\_\_\_ 성별(남, 여)

1. 물이 흡수되어 증산될 때까지의 이동 과정이 옳은 것을 고르세요.---( )

- ① 잎→줄기→뿌리      ② 뿌리→줄기      ③ 잎→줄기→뿌리  
④ 뿌리→줄기→잎      ⑤ 물관→체관→세포

2. 나무를 옮겨 심을 때 가지를 자르는 이유는 무엇인가요?----- ( )

- ① 옮겨 심기 쉽게 하려고      ② 물의 증발을 막으려고  
③ 병충해를 막기 위해서      ④ 열매를 잘 맺게 하려고  
⑤ 가지가 필요 없으니까

3. 식물에서 물의 이동을 알아보기 위하여 다음과 같은 실험을 하였습니다. 실험 결과를 바르게 설명한 것을 모두 고르세요.----- ( , )



(가)



(나)



(다)

- ① (가)플라스크 안의 물이 가장 많이 남았다.  
② (가)의 비닐에 가장 많은 물방울이 맺혔다.  
③ (다)의 비닐에 가장 많은 물방울이 맺혔다.  
④ 비닐에 물방울이 맺힌 양은 (가)-(나)-(다)의 순으로 많다.  
⑤ (가), (나), (다) 모두 아무런 변화가 없다.

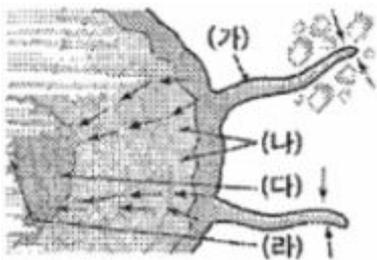
4. 기공을 통하여 수분이 나가는 것을 증산작용이라고 합니다. 증산작용이 식물에 미치는 영향은 무엇인가요?----- ( )

- ① 앞에서 빛을 많이 흡수하도록 한다.
- ② 뿌리에서 물을 계속 흡수할 수 있게 한다.
- ③ 식물의 호흡작용을 촉진시킨다.
- ④ 식물의 생장을 왕성하게 한다.
- ⑤ 앞에서 영양분을 만들 수 있도록 해준다.

5. 냉장고에 숨이 죽어 시들해진 상추가 있다. 먹음직스럽고 싱싱한 상태로 만들려면 어떻게 해야 할까요?----- ( )

- ① 소금물에 담근다.      ② 설탕물로 씻는다.      ③ 물에 담근다.
- ④ 수분이 증발하게 햇볕에 놔둔다.      ⑤ 방법이 없다.

6. 다음은 뿌리의 횡단면을 나타낸 것이다. 물은 흙에서 (가)→(나)→(다)→(라)의 방향으로 흡수된다. 이와 같은 흡수의 주된 원리는 무엇인가요?----- ( )



- ① 능동 수송      ② 모세관 현상      ③ 광합성 작용
- ④ 확산 현상      ⑤ 삼투 현상

7. 다음 중 식물 뿌리에서 줄기 끝까지의 물의 이동에 대한 설명으로 **옳지 않은** 것을 고르시오.----- ( )

- ① 줄기의 물관을 통해 물은 계속 올라간다.
- ② 뿌리에는 물관이 없어 물이 이동하지 못한다.
- ③ 물관이 끊기면 물은 더 이상 올라가지 못한다.
- ④ 물관이 연결되어 있는 곳까지 물은 올라간다.
- ⑤ 뿌리털에서 흡수된 물은 뿌리의 물관을 통해 줄기로 이동한다.

8. 우리 몸속의 피는 어떻게 움직이고 있을까요?----- ( )

- ① 항상 일정한 곳에 움직이지 않고 들어있다.
- ② 혈관을 따라 한쪽 방향으로 계속 흐른다.
- ③ 처음에 있던 핏줄 속에 그대로 있다.
- ④ 온 몸에 퍼져있으며, 그 부분에서만 움직인다.
- ⑤ 방향을 바꾸어가며 온몸을 흐른다.

9. 다음 중 심장에 대한 설명으로 **바르지 못한** 것은 어느 것인가요?----( )

- ① 약간 왼쪽 가슴 아래에 있다.    ② 크기는 자기 주먹 크기 정도이다.
- ③ 펌프작용을 한다.                    ④ 혈액순환의 중심 기관이다.
- ⑤ 가스 교환이 이루어지는 곳이다.

10. 손목에 손가락을 대보면 맥박이 뛰는 것을 느낄 수 있습니다. 심장의 박동수와 맥박수를 비교해보면 어떠할까요?----- ( )

- ① 심장의 박동수가 더 많다.
- ② 손목의 맥박수가 더 많다.
- ③ 심장의 박동수와 손목의 맥박수는 같다.
- ④ 주위 환경에 따라 어느 것이 더 많을 수 있다.
- ⑤ 사람에 따라 어느 것이 더 많을 수 있다.

11. 심장의 역할로 맞는 것을 고르시오.----- ( )

- ① 숨을 쉬게 한다.                    ② 피를 만든다.                    ③ 피를 깨끗하게 한다.
- ④ 피를 순환시킨다.                    ⑤ 영양소를 만든다.

12. 피와 관련된 설명 중 맞는 것을 **모두** 고르시오.----- ( , )

- ① 피는 움직이지 않고 그 자리 그대로 있다.    ② 피는 노폐물 운반한다.
- ③ 음식을 먹으면 피의 양이 많아진다.                    ④ 피는 심장을 뛰게 한다.
- ⑤ 피는 영양소와 산소를 운반한다.

13. 다음에서 설명하고 있는 것은 무엇인가요?----- ( )

- 동맥과 정맥을 연결한다.  
- 산소와 영양소를 세포에 공급한다.  
- 온몸에서 생긴 노폐물을 받아 운반한다.

- ① 심장                    ② 폐                    ③ 모세혈관                    ④ 뇌                    ⑤ 등뼈

14. 융합이는 인터넷을 통하여 아래와 같은 자료를 수집하였습니다. 이 자료는 우리 몸의 어느 기관과 관련된 자료인가요?----- ( )

미국 켄터키주 루이빌 대학 의료진은 유대병원에서 티타늄과 플라스틱 펌프로 만들어진, 충전기로 작동하는 인공심장을 이식했다. 의료진은 이 인공심장이 환자의 생명을 한 달 정도 연장해 줄 것으로 기대하고 있다.

- ① 순환기관                    ② 소화기관                    ③ 호흡기관                    ④ 신경계                    ⑤ 배설기관

## 과학 창의적 문제해결력 검사지

여러분 안녕하세요?

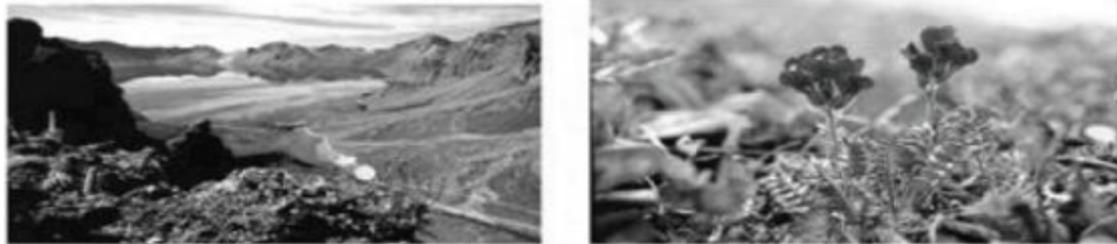
이 검사지는 여러분들의 과학 창의적 문제해결력을 알아보기 위한 검사지이며, 여러분들의 성적과는 전혀 관계가 없으며, 여러분들에게 어떠한 불이익도 없을 것입니다. 더 나은 과학교육프로그램을 만들기 위하여 실시하는 것이니 성실하게 답해주기를 바랍니다.

검사지의 문제들은 정답이 없는 문제이니 열심히 생각하여 여러분이 생각하는 것들을 최대한 다양하게 창의적으로 적어보세요.

(            )초등학교 (            )학년 (            )반

이름: \_\_\_\_\_ 성별(남 , 여)

## 과학 창의적 문제해결력 검사지(사전)



<높은 곳에서의 식물의 모습>



<낮은 곳에서의 식물의 모습>

성은이는 가족과 함께 등산을 하였다. 오랜만에 가족들과 함께하는 산행이어서인지 무척 기분이 좋았다. 산을 오르는 동안 주위에 여러 가지 종류의 식물을 볼 수 있었다. 정상에 가까울수록 산 아래에서 볼 수 없었던 식물들도 볼 수 있었다.

1. 위 글과 그림을 보고 궁금한 것들을 생각나는 대로 모두 적어보세요.

2. 위의 궁금한 점 중에서 하나를 골라, 자신이 연구하여 해결해보고 싶은 문제로 정하여 구체적으로 써보세요.

3. 2번에 적은 문제가 생긴 원인을 생각하면서, 자신이 택한 연구 문제를 해결하기 위한 방법을 모두 써보세요.

4. 위의 방법들 중 하나를 선택하여, 해결하기 위한 실험 계획을 세워봅시다.

문제 해결을 위한 가설을 세워봅시다.
실험에 필요한 준비물을 적어봅시다.
가설을 증명할 수 있는 실험 방법을 자세하게 적어봅시다.

5. 자신이 생각한 방법의 잘된 점과 개선해야 할 점을 써봅시다.

잘된 점	개선해야 할 점

## 과학 창의적 문제해결력 검사지(사후)



민호는 스마트폰 속에서 말을 따라하는 프로그램, 소리를 문자로 바꿔주며 말하는 대로 움직이는 다양한 음성인식 프로그램을 해 보면서 소리를 이용한 다양한 놀이와 상상한 것을 이뤄주는 과학기술력에 흠뻑 빠져있습니다.

핸드폰으로 사진을 찍고 노래를 듣고 녹음을 하고 영상통화를 할 수 있는 것을 신기해 했던 것이 옛그제 같은데 이제는 스마트폰이 나와 또 다른 세상을 활짝 열어 준 것 같습니다. 민호는 자신이 스마트폰으로 해 보고 싶은 다양한 프로그램을 떠올리며 정말 그런 날이 올까 궁금해 합니다.

1. 위 글과 그림을 보고 궁금한 것들을 생각나는 대로 모두 적어보세요.

2. 위의 궁금한 점 중에서 하나를 골라, 자신이 연구하여 해결해보고 싶은 문제로 정하여 구체적으로 써보세요.

3. 2번에 적은 문제가 생긴 원인을 생각하면서, 자신이 택한 연구 문제를 해결하기 위한 방법을 모두 써보세요.

4. 위의 방법들 중 하나를 선택하여, 해결하기 위한 실험 계획을 세워봅시다.

문제 해결을 위한 가설을 세워봅시다.
실험에 필요한 준비물을 적어봅시다.
가설을 증명할 수 있는 실험 방법을 자세하게 적어봅시다.

5. 자신이 생각한 방법의 잘된 점과 개선해야 할 점을 써봅시다.

잘된 점	개선해야 할 점

<부록 4> 과학적 태도 검사 도구

## 과학적 태도 검사지

( ) 초등학교 ( ) 학년 ( ) 반 성별(남, 여)

※ 설문 내용은 비밀이 보장되며, 어떠한 불이익도 생기지 않으므로 솔직하게 답해주기 바랍니다. 다음을 읽고 자신에게 가장 해당한다고 생각되는 내용에 ○표 하세요.

번호	문항	정말 그렇다	그렇다	그저 그렇다	아니다	전혀 아니다
1	나는 새로운 현상을 보면 왜 그런지 알고 싶다.					
2	나는 친구들의 의견이 내 의견과 다르더라도 주의 깊게 듣는다.					
3	나는 친구들이 발표하는 내용에 대하여 충분한 근거가 있는지 따져 본다					
4	나는 실험이 끝난 후에 친구들과 함께 실험 기구를 정리한다.					
5	나는 조별 실험을 할 때 내가 직접 하기보다는 친구들이 하는 것을 지켜본다.					
6	나는 실험 결과가 잘못 나오면 실망하지 않고 그 실험을 다시 해본다.					
7	나는 새로운 것을 발명해 내려고 노력한다.					
8	나는 집에 있는 물건이 고장 나면 그 원인이 궁금해진다.					
9	나와 다른 의견을 가진 친구와 토론을 통해 내 의견을 수정할 수 있다.					
10	나는 선생님의 의견이 옳지 않다고 생각되면 다시 질문한다.					
11	나는 조별 실험을 할 때 역할 분담을 토의하여 결정한다.					
12	나는 내가 할 수 있는 것을 찾아서 스스로 한다.					
13	나는 실험을 하다가 실험과정이 복잡해지면 실험을 그만 둔다.					
14	나는 어떤 문제를 해결하기 위한 새로운 방법을 찾아내려고 한다.					
15	나는 무엇을, 어떻게, 언제, 왜 등이 들어있는 질문을 많이 한다.					
16	나는 나의 주장이 틀렸을 때 부끄럽다.					
17	나는 남들이 다 옳다고 하더라도 증거가 불충분하면 다른 의견을 제시한다.					
18	나는 실험기구를 잘 다루지 못하는 친구를 보면 도와주고 싶다.					
19	나는 의문이 나는 과학문제가 생겼을 때 책을 찾아서 스스로 해결한다.					
20	나는 다른 친구들이 실험을 먼저 끝냈더라도 내 실험을 끝까지 한다.					
21	나는 실험기구를 사용할 때 불편한 점을 고치려고 한다.					

<부록 5> 수업 만족도 검사 도구

## 과학수업 만족도 검사지

( )초등학교 ( )학년 ( )반 성별(남, 여)

※ 설문 내용은 비밀이 보장되며, 어떠한 불이익도 생기지 않으므로 솔직하게 답해주기 바랍니다. 다음을 읽고 자신이 만족하는 정도를 생각하여 해당하는 곳에 ○표 하세요.

번호	문항	매우 불만	불만	보통	만족	매우 만족
1	실험 자료나 재료의 준비 상태가 잘 되어있다.					
2	실험 자료를 활용하는데 불편함이 없다.					
3	과학실(교실)의 시설은 잘 갖추어져 있다.					
4	과학 수업 시간에 과학실을 자주 이용한다.					
5	과학 실험 및 실험실(교실)이 잘 정리되어있다.					
6	선생님은 수업에 대한 안내를 잘 해주신다.					
7	선생님은 수업을 재미있게 하신다.					
8	선생님은 다양한 실험을 하신다.					
9	문제를 해결할 때 선생님께서 적절하게 도움을 주신다.					
10	선생님은 내용을 쉽게 잘 가르쳐주신다.					
11	과학 학습 내용이 흥미 있는 내용으로 구성되어있다.					
12	과학 학습 내용을 이해하는데 어려움이 없다.					
13	나의 과학 학습 능력에 대한 확인이 적절하게 이루어진다.					
14	과학 수업 시간에 내가 직접 참여할 수 있는 기회가 많다.					
15	과학 수업 시간에 다양한 내용이 다루어진다.					
16	친구들과 친밀한 관계를 유지하고 있다.					
17	친구들과 과학에 대한 이야기를 자주 한다.					
18	과학 수업 시간에 친구들과 도움을 주고받는다.					
19	과학 수업 시간에 친구들과 함께 활동할 때 어려움이 없다.					
20	과학 수업 시간에 친구들의 수업 태도가 좋다.					
STEAM 학습이 기존의 과학수업보다 좋았던 점이나 아쉬웠던 점이 있으면 무엇인지 자세하게 적어 봅시다.						
앞으로 STEAM 학습을 한다면 어떠한 주제로 하고 싶은지 주제와 그 이유를 자세하게 적어봅시다. 주제 : 이유 :						